

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010/2011

ŠÁLOVÁ IVANA

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby

Ověření vzájemného vztahu mezi anizotropií mačkavosti a splývavosti plošných textilií

The verification of reciprocal relations between the anisotropy of the creasing and the drapeability of textile fabrics

KOD/2011/06/10/BS

Ivana Šálová

Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová

Rozsah práce:

Počet stran textu.....40

Počet obrázků.....26

Počet tabulek.....4

Počet grafů.....7

Počet stran příloh....15

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Ivana Šálová
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Technologie oděvní výroby
Název tématu: Ověření vzájemného vztahu mezi anizotropií mačkavosti a splývavostí plošných textilií
Zadávací katedra: Katedra oděvnictví

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rešerši zaměřenou na vlastnosti ovlivňující tvarovou stálost plošných textilií.
2. Charakterizujte mačkavost a splývavost textilií. Stručně popište jednotlivé vlastnosti a metody používané k jejímu hodnocení.
3. Experimentálně zhodno'te mačkavost a splývavost plošných textilií. Stanovte vliv materiálového složení na anizotropii mačkavosti textilií.
4. Ověřte vzájemný vztah mezi mačkavostí a splývavostí plošných textilií.
5. Zhodno'te dosažené výsledky a formulujte závěrečné zjištění.

PROHLÁŠENÍ

Byla jsem seznáma s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském zejména § 60- školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce.

V Liberci dne 10. května 2011

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Kataríně Zelové za odborné vedení, vstřícný přístup, konzultace, čas a pomoc při realizaci měření mé experimentální části práce.

Další můj velký dík patří pedagogům z bývalého detašovaného pracoviště Technické univerzity v Prostějově.

ANOTACE

Bakalářská práce je zaměřena na anizotropii mačkavosti a splývavosti plošných textilií. Teoretická část vysvětluje pojmy a metody řešení dané problematiky. Praktická část se zabývá hodnocením testovaných materiálů na daných zařízeních, výsledky měření a vyhodnocení.

Mačkavost plošných textilií byla realizována novou inovovanou metodou měření úhlu zotavení pomocí web kamery. Vzniklé snímky byly vyhodnocovány v programu Nis Elements AR. Metoda měření splývavosti plošných textilií byla hodnocena obrazovou analýzou a speciálním programem LUCIA.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Anizotropie zotavení textilie, mačkavost, splývavost, úhel zotavení, obrazová analýza.

ANNOTATION

This Bachelor thesis focuses on the anisotropy of the creasing property and the drapeability of textile fabrics. The theoretical part introduces terms and methods of this field. The practical part deals with the evaluation of tested materials, the results of measurements and their final interpretation. The creasing property of textile fabrics was realized by the new innovated method of the measurements of the angle of recovery with the assistance of webcam. The pictures have been evaluated in Nis Elements AR. The method of drapeability has been evaluated by image analysis and the special program LUCIA.

KEY WORDS:

The anisotropy of textile recovery, creasing property, drapeability, the angle of recovery, image analysis.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

mm	milimetr-délková jednotka	
kg	kilogram-základní jednotka hmotnosti	
G	gram-jednotka hmotnosti	
m	metr-základní délková jednotka	
%	procenta-vyjadřují část celku	
mm ²	milimetr čtvereční-délková jednotka plochy	
[°C]	stupeň celsia-jednotka teploty	
[°]	stupeň-úhlová míra	
PL	polyester	
CO	bavlna	
LI	len	
WO	vlna	
CV	viskóza	
s	sekunda-jednotka času	
π	Ludolfovo číslo (pí)	[3,14]
ks	součinitel mačkovosti (Margolinův způsob)	[-]
b ₁	šířka záhybu před zkouškou (Margolinův způsob)	[mm]
b ₂	šířka záhybu po zkoušce (Margolinův způsob)	[mm]
ks	koeficient splývavosti	[1]
A	plocha průmětu (stínu)splývavé textilie (u výpočtu koeficientu splývavosti)	[m ²]
R ₁	poloměr vystřiženého původního vzorku	[m]
R ₂	poloměr podpěrné čelisti	[m]
S _p	splývavost textilie	[%]
A	plocha měřeného kruhového vzorku	[mm ²]
A _p	plocha průmětu	[mm ²]
A _M	plocha mezikruží (rozdíl mezi plochou zkoušeného kruhu a kruhové podložky)	[mm ²]
tex	jednotka délkové hmotnosti (jemnosti)	
T _o	jemnost osnovy	[tex]
T _ú	jemnost útku	[tex]
D _o	dostava osnovy	[nitě/100mm]

$D_{\dot{u}}$	dostava útku	[nitě/100mm]
M_p	plošná hmotnost	[g/m ²]
h	tloušťka materiálu	[mm], [m]
S	plocha kruhu	[mm ²]
m_o	hmotnost osnovy	[g]
$m_{\dot{u}}$	hmotnost útku	[g]
M	koefficient zotavení	[-] nebo [%]

Obsah

Úvod.....	9
1 Parametry plošných textilií	10
1.1 Vlastnosti plošných textilií	10
1.2 Parametry ovlivňující mačkavost tkaniny.....	10
2 Vlastnosti ovlivňující tvarovou stálost	12
2.1 Mačkavost textilií	12
2.1.1 Metody měření mačkavosti.....	13
2.2 Splývavost textilií	16
2.2.1 Metody měření splývavosti.....	17
2.2.2 Vztahy pro výpočet splývavosti.....	18
2.3 Tuhost v ohybu	19
3 Experimentální část.....	20
3.1 Charakteristika použitých materiálů	20
3.2 Charakteristika použitých zařízení.....	21
3.2.1 Měření mačkavosti textilií pomocí úhlu zotavení.....	21
3.2.2 Měření splývavosti textilií	23
3.3 Hodnocení anizotropie zotavení plošných textilií	25
3.4 Hodnocení splývavosti plošných textilií.....	29
4 Zhodnocení výsledků	33
5 Závěr	36
Použitá literatura	38
Seznam obrázků	39
Seznam tabulek	39
Seznam grafů.....	40
Seznam příloh	40
Přílohy.....	1

Úvod

S mačkavostí se setkáváme v každodenním životě. Je součástí většiny plošných textilií, mění jak jejich tvar, tak i vzhled. Řadí se mezi komfortní vlastnosti textilií.

Mačkavost můžeme definovat jako přechodnou změnu nebo deformaci plošné textilie. Tato deformace vzniká převážně tlakem při každodenním používání textilie či hotového oděvu. U některých oděvů ji vyžadujeme a to z důvodu například módnosti a u ostatních je chápána jako nežádoucí jev. Schopnost vrácení se do původního stavu je ovlivněna zejména rozsahem deformace, materiálovým složením, pružností použitých vláken a konstrukcí plošné textilie. Mačkavost jakožto nežádoucí jev velmi ovlivňuje trvanlivost textilie či hotového výrobku.

Mačkavost je hodnocena mnoha metodami. Od vizuálního stanovení přes měření vzdáleností okrajů, úhlové metody, až po speciální metody. Pro tuto práci bylo použito nové inovované metody měření úhlu zotavení web kamerou.

Na estetickou podobu konečného oděvu působí kromě mačkavosti také splývavost a tuhost textilie.

Splývavost opět patří k užitným a estetickým vlastnostem. Také velkou mírou ovlivňuje konečný vzhled oděvu. Splývavost definujeme jako schopnost esteticky vytvářet záhyby při volném spuštění textilie do prostoru. U oděvních textilií a zvláště u konečného výrobku je velmi ovlivňována platnými módními trendy.

Splývavost lze hodnotit pomocí obrazové analýzy a splynutím textilie přes ostrý roh stolu. Sleduje se plocha splývajícího vzorku a sklon šikmé hrany textilie od roviny stolu.

Bakalářská práce má za účel objasnit vztah mezi anizotropií mačkavosti a splývavosti plošných textilií.

1 Parametry plošných textilií

Plošné textilie tkaniny jsou vytvořené nejméně ze dvou soustav nití a to osnovy a útku. Ty se vzájemně kříží a provazují v pravém úhlu. Osnovní nitě položené rovnoměrně po délce tkaniny, tj. v podélném směru. Útkové nitě provázané pod osnovními nitěmi a nad nimi přes šíři tkaniny, tj. v příčném směru. Vazba a vzor tkaniny jsou vytvořeny vzájemným provázáním osnovy a útku.

Mezi důležité parametry plošných textilií se řadí: vazba, hustota, šířka tkaniny.

- *Vazba tkaniny*: je způsob překřížení dvou soustav nití osnovy a útku. Má vliv na pevnost, pružnost, tuhost, splývavost ale i na omak. Významně ovlivňuje vzhled, tepelnou izolaci, prodyšnost, odolnost proti oděru a mnoho dalších vlastností.
- *Hustota tkaniny*: je dána hustotou osnovy a zatkaného útku.
- *Šířka tkaniny*: vyjadřuje rozměr ve směru útkové soustavy nití.
- *Dostava tkaniny*: uvádí počet nití v jednom směru tkaniny na délku 100 mm ve druhém směru tkaniny.[1]

1.1 Vlastnosti plošných textilií

Vlastnosti plošných textilií vycházejí z vlastností vláken a konstrukčního vlivu. Významnou úlohou u vlastností plošných textilií je také konečná úprava. [4]

U plošných textilií se vlastnosti dělí podle své významnosti, a to do pěti skupin:

- vlastnosti tvaru,
- stálosti tvaru,
- vlastnosti povrchu,
- propustnosti,
- mechanické vlastnosti.

1.2 Parametry ovlivňující mačkavost tkaniny

Plošná textilie se během zpracování mění. Na tyto změny mají zásadní vliv parametry působící na mačkavost textilie. Lze je rozdělit na vstupní a výstupní. [5]

a) Vstupní parametry

- vlákna (přírodní, chemická) -

- vlastnosti přízí (jemnost, směr zákrutu),
- vlastnosti tkanin (vazba, hustota, tloušťka, hmotnost),
- mechanické parametry (tuhost v ohybu, koeficient splývavosti, pevnost v tahu, prodloužení při přetrhu).

b) Výstupní parametry

- určení úhlu (zatížení vzorku závažím o definované hmotnosti v daném čase, doba zotavení vzorku),
- určení indexu mačkavosti (pomocí metody dutého válce). [5]

Důležité jsou také podmínky jako teplota a relativní vlhkost vzduchu.

Vlastnosti přírodních vláken se nedají ovlivňovat, vyžadovalo by to dlouhodobý pěstitelský proces. Proto se vlastnosti konečných výrobků ovlivňují směšováním.

Vlastnosti chemických vláken se dají ovlivňovat mnohem více a to podmínkami zvlákňování nebo změnou chemické struktury. [2]

2 Vlastnosti ovlivňující tvarovou stálost

„Textilie jsou během svého dalšího zpracování a užívání podrobovány různým fyzikálním a chemickým vlivům, které mění jejich vlastnosti, vzhled a mohou způsobit i destrukci textilie.“ (Kovačič, Zkoušení textilií II, strana 47)

Stálosti a odolnosti textilií se dělí na:

- Stálost tvaru: (sráživost po praní, tuhost v ohybu, splývavost, mačkavost).
- Stálost vybarvení: (v praní a chemickém čištění, v potu, v UV záření, v otěru).
- Odolnost: (proti oděru, zátrhovosti, žmolkovitosti, hořlavosti). [8]

Pro tuto práci jsou především důležité stálosti tvaru a to tuhost v ohybu, splývavost a mačkavost. Tyto vlastnosti jsou zároveň ovlivněny i konstrukčními parametry především vazbou a dostavou plošných textilií.

Tuhost v ohybu lze definovat jako odpor textilie proti deformaci. Odporem je součet všech třecích a soudržných sil, které vznikají při ohybu mezi vlákny a ve vazných bodech textilie.

Tuhost v ohybu má významný vliv na mačkavost a splývavost plošných textilií.

Mezi další faktory ovlivňující tvar se řadí okolní vlivy především teplota a vlhkost.

2.1 Mačkavost textilií

Mačkavost textilií se řadí mezi estetické vlastnosti ovlivňující vzhled oděvů. Některé estetické vlastnosti jsou však určovány módou.

Mačkavost textilií je vlastnost popisující stálost tvaru plošných textilií. Ovlivňují ji mechanické (např. tuhost v ohybu), chemické (např. barvení, konečná úprava) i fyzikální vlivy (např. vlhkost, teplota). Řadí se mezi nejčastěji zkoumané vlastnosti, hodnotí se s ohledem na subjektivní a objektivní analýzy.

Zmačkání vzniká náhodným nebo systematickým zatížením plošné textilie po určitou dobu. Po tuto dobu působí na přehnutí vnější síly, jež způsobují prostorovou deformaci. [6] [4]

2.1.1 Metody měření mačkavosti

Metod pro měření mačkavosti tkanin je nepřeberné množství. Pro lepší orientaci byly rozděleny do čtyř skupin a to:

- Visuální stanovení
- Měření vzdáleností okrajů
- Úhlové metody
- Speciální metody. [4]

2.1.1.1 Visuální stanovení

- 1) **Metoda sevřené pěsti** je metoda málo přesná. Je založena pouze na subjektivním pozorování tkaniny po zmačkání. Hodnocení probíhá po visuální stránce. Nevýhodou je zde také různé hodnocení výsledného zmačkání od různých pozorovatelů. Metoda sevřené pěsti se provádí následovně. Tkanina je sevřena suchou rukou (pěstí) po dobu pěti vteřin, pak se ruka rychle otevře a pozoruje se zotavení tkaniny. [4]
- 2) **Fotografický způsob** je metoda měření mačkavosti, která pro hodnocení potřebuje přístroj, do kterého se upne čtvercový vzorek velikosti 15 x 15 palců (38,1 x 38,1 mm). Vzorek je upnut k horní pohyblivé a dolní stabilní ploše. Pohyblivá plocha se pohybuje střídavě směrem nahoru a dolů čímž stlačuje upevněný vzorek (vznik zmačkání). Po dokončení se vzorek vyfotí. Fotografie je dále použita pro hodnocení pružnosti tkanin. [4]

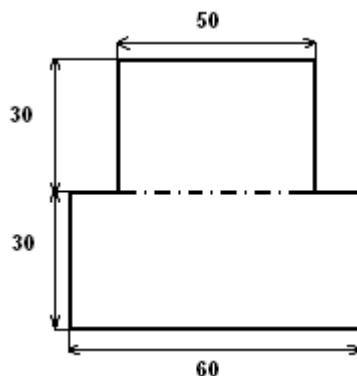
2.1.1.2 Měření vzdáleností okrajů

Mezi tuto metodu patří tzv. Fischerova metoda, která je také známá jako harmoniková či metoda skládaného proužku, od ostatních je odlišná tím, že se mezi sklady vzorku tkaniny vkládají speciální destičky o předepsané hmotnosti. U této metody se porovnávají vzniklé změny vzdálenosti okrajů před a po zmačkání zkoušeného proužku tkaniny. Mezi nevýhody řadíme složité skládání vzorku, které musí být pečlivé pro docílení přesných výsledků zkoušky. Dnes se již od této metody upouští. [4]

2.1.1.3 Úhlové metody

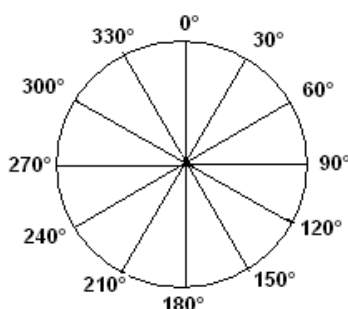
Úhlové metody jsou dnes nejpoužívanější metody pro zjišťování mačkavosti textilií. Výsledkem úhlové metody je tzv. úhel zotavení, který vzniká po odstranění zatížení mezi rameny přehnutého vzorku plošné textilie. Velikost úhlu se odvíjí od schopnosti zotavení zkoušené textilie po zmačkání. Úhel je dán druhem textilie a jejími charakteristickými vlastnostmi, ty ovlivňují i rychlost zotavení po zmačkání. Úhel zotavení je možné měřit pomocí mnoha různých metod. Ty nejpoužívanější jsou popsány v následujícím rozdělení.[4]

- 1) **Úhel zotavení podle normy ČSN 80 0819**, udává velikost zkušebního vzorku 50x20mm. Zkoušený vzorek se přeloží přesně po osnově. Přeložená část se zatíží závažím o dané hmotnosti nejčastěji 1 kilogram po uplynutí 1 hodiny se závaží odstraní a sleduje se úhel zotavení za 5 a 60 minut po odlehčení. Mačkavost plošné textilie se zjišťuje ve směru osnovy, útku a to na lícni i rubní straně tkaniny. [7]
- 2) **Princip měření mačkavosti pomocí Maďarský přístroj Izmay-Zilles.** Tento Maďarský přístroj pracuje na podobném principu jako předchozí postup. Po odlehčení vzorku o velikosti 50x20 mm se úhel svírající ramena odečítá lupou na úhloměru, ten je umístěn pro snadnější čtení přímo za vzorkem. Dá se měřit ve dvou polohách jak vertikálně tak horizontálně. Úhel se měřil za pomoci rtuti, od toho se však ze zdravotního hlediska upustilo. [4]
- 3) **Maďarský přístroj T.K.I.** je podobný jako předchozí přístroj, ale složitější konstrukce. Vzorek je střížen do tvaru podle šablony jak je uvedeno na obrázku 1. a upíná se na stolek pod pérové držáky. Volná část vzorku se přeloží, zatíží se pomocí pákového systému (tlakové desky) na 20 minut. Po uplynutí doby zatížení je závaží odstraněno. Za pomoci úhloměru a lupy se odečítá úhel mezi rameny vzorku. Pro zamezení ovlivňování zkoušeného vzorku prouděním vzduchu či dýcháním na vzorek je měřicí zařízení umístěno pod průhledným krytem z plexiskla. [4]



Obrázek 1: Šablona vzorku pro přístroj T.K.I.

4) **Snímání úhlu zotavení pomocí web kamery** je nový inovovaný způsob měření mačkovosti plošných textilií. Vzorky pro tuto metodu jsou zhotoveny po osnově ve tvaru kruhu o průměru 45 mm a střiženy vždy po 30° , čímž vznikne půlkruh. Část takto připraveného vzorku textilie se vloží pod přítlačnou destičku, zbylá část se přehne přes okraj destičky a zatíží závažím o hmotnosti 1 kg na předepsanou dobu. Po odstranění závaží web kamera zaznamenává změnu úhlu v daných časových intervalech.



Obrázek 2: Šablona vzorku

2.1.1.4 Speciální metody

U speciálních metod se zjišťuje elasticnost, tuhost, plastické deformace a mnoho dalších fyzikálně mechanických vlastností. [4] Mezi speciální metody se mohou řadit následující způsoby měření mačkovosti plošných textilií. Jsou zařazena mezi speciální z důvodu jiného principu měření.

- 1) **Margolinův způsob** „měření mačkovosti je založen na měření šířky smyčky složené tkaniny před a po zkoušce. Oba konce zkoušeného vzorku se sevrou mezi dvě čelisti tak, aby vnitřní šířka takto utvořeného oka

byla 15 mm. Na zvláštním přístroji, který se skládá ze zatěžovacího a měřicího zařízení, se zjistí největší šířka b před zkouškou a po zkoušce. Z poměrů obou hodnot se vypočítá součinitel mačkovosti podle vzorce.“ (Sochor, B., Mačkovost tkanin a její měření, strana 199) [3]

$$K_s = \frac{b_1 - b_2}{b_1} \quad (1)$$

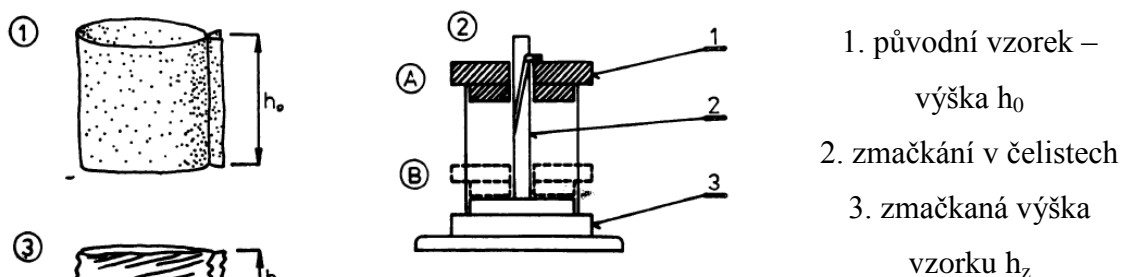
kde:

K_s součinitel mačkovosti

b_1 šířka záhybu před zkouškou [mm]

b_2 šířka záhybu po zkoušce [mm]

2) Metoda pomocí dutého válce je též známá jako metoda AKU. Nejprve byla vyvinuta pouze pro zkoušení mačkovosti u pletenin, ale později se rozšířila i pro měření tkanin. Zkoušený vzorek je ve tvaru válce (kraje vzorku jsou sešity). Vzorek se upne do stroje pomocí dvou kruhových čelistí s mírným napětím. Přístroj se skládá z horní čelisti, ve které je otvor pro vodící kolík s drážkou spojující spodní čelist. Po spuštění horní čelisti do spodní polohy dojde ke zmačkání vzorku stlačením a také sešikmením díky pootočení kolíku v drážce horní čelisti. Pro stanovení mačkovosti se používají etalony, podle kterých se vzorek porovnává. [8]



Obrázek 3: Zkoušení mačkovosti pomocí metody Aku [8]

2.2 Splývavost textilií

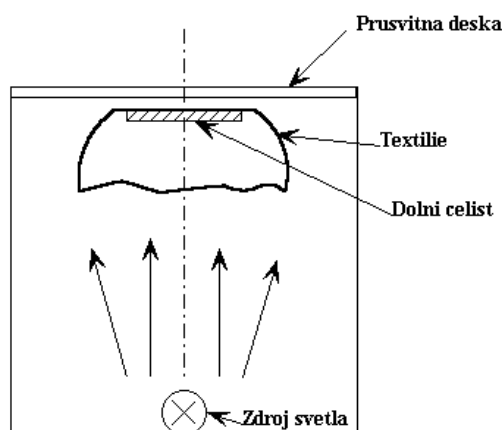
Splývavost je důležitým faktorem ovlivňující konečný estetický vzhled oděvu. Řadí se mezi mechanické vlastnosti plošných textilií. Splývavost ovlivňuje tvarovou

stálost. Ta souvisí s tuhostí v ohybu. Tuhost má totiž velký vliv na konečný vzhled a také komfort oděvu.

Splývavost tkaniny je schopnost prostorové deformace vlivem působení gravitační síly vytvářet záhyby na textilií. Na tuto deformaci má vliv i tahová a smyková deformace. Důležitým faktorem pro vyjádření splývavosti je tzv. index splývavosti. Ten vychází ze základních parametrů tkaniny. Čím je hodnota indexu vyšší, tím je tkanina tužší a méně splývá. [4] [8]

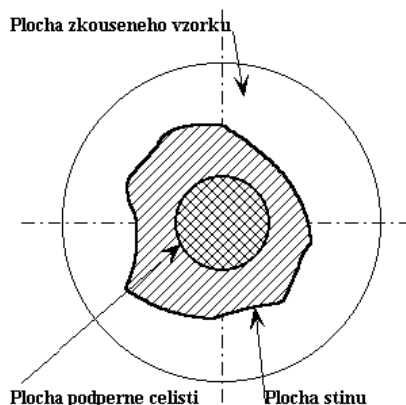
2.2.1 Metody měření splývavosti

První metoda splývavosti vychází z kruhově vystřiženého vzorku textilie o průměru 300 mm upnutého v kruhové čelisti a zavěšeného v prostoru, který je zespod osvětlen.



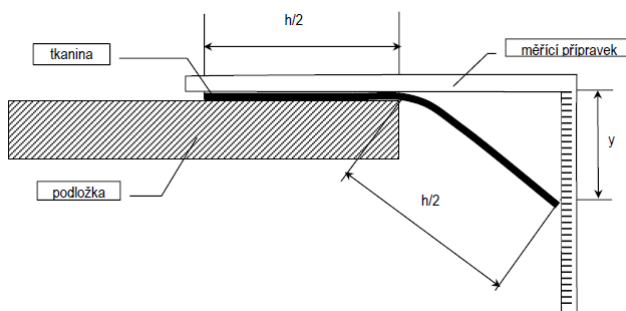
Obrázek 4: Splývající vzorek plošné textilie [8]

Tím vznikne stín obrysu splývajícího vzorku. Překreslíme jej do roviny a porovnáváme s původní plochou vzorku viz. Obrázek 4. a 5. [4] [8]



Obrázek 5: Porovnání původního vzorku se splývajícím [8]

Druhá metoda splývavosti se určuje splynutím textilie ohybem přes ostrý roh stolu podle interní normy č.23-202-01/01. Výhodou této metody je její nenáročnost, rychlost a levnost. K měření je zapotřebí čtvercový vzorek o rozměrech 200x200 mm. Posunutím vzorku po stole směrem k rohu desky docílíme vytvoření pravého úhlu. Směr osnovy respektive útku svírá úhel 45° s obvodovými hranami stolu. Po docílení splývavé hrany ji změříme za pomoci pravítka. Měří se odklon šikmé hrany textilie od roviny stolu. Viz. Obrázek 6. [9]



Obrázek 6: Měření splývavosti přes hranu stolu [9]

Další možnost měření splývavosti je pomocí obrazové analýzy a specializované počítačového programu s názvem LUCIA. Zobrazuje provedené měření v 2D pohledu. Měření probíhá opět s kruhovým vzorkem textilie o průměru 300 mm. Je upnut pomocí kruhových podložek a spuštěn do prostoru. Ze spodní strany je nasvícen. Díky nasvícení vznikne obrys (průmět) splývajícího vzorku. Ten se pomocí kamery a již zmíněného programu zobrazí na monitoru počítače. S takto zobrazeným splývajícím vzorkem se dále pracuje.

2.2.2 Vztahy pro výpočet splývavosti

Metoda stanovení koeficientu splývavosti

Je dána plochou zkoušeného kruhového vzorku upnutého v kruhové čelisti přístroje. Volné okraje jsou spuštěny a splývají do prostoru. [8]

$$k_s = \frac{\pi * R_1^2 - A}{\pi * R_1^2 - \pi * R_2^2} * 10^2 [1] \quad (2)$$

kde:

R_1 poloměr vystřiženého původního vzorku [m]

R_2 poloměr podpěrné čelisti [m]

A plocha průmětu (stínu) splývající textilie[m²]

Dalším vztahem pro výpočet splývavosti je:

$$S_p = \frac{A - A_p}{A_m} \cdot 100[\%] \quad (3)$$

kde:

A plocha měřeného kruhového vzorku [mm²]

A_p plocha průmětu [mm²]

A_m plocha mezikruží (rozdíl mezi plochou zkoušeného kruhu a kruhové podložky) [mm²]

2.3 Tuhost v ohybu

Tuhost v ohybu je fyzikální veličina popisující odpor textilie proti ohýbání (deformaci) vnějším zatížením či vlastní vahou. Na textiliu působí třecí, statické a dynamické síly, vznikající při ohýbání textilie mezi vlákny a celkově i přizemi. Tuhost v ohybu je dána taktéž konstrukcí textilie a její konečnou úpravou. [8]

Metody měření tuhosti lze rozdělit do dvou skupin:

- metody statické,
- metody dynamické.

Do statických metod spadají:

- výpočet tuhosti z grafu síla - posunutí,
- metoda podle Sommera,
- modifikovaná metoda podle Sommera,
- Cantilever Test (metoda podle ASTM),
- přístroj TH 5,
- metoda převisu ,
- metoda podle Pierce.

Do dynamických metod se řadí:

- metoda podle Schieffera,
- metoda podle Bekka.

3 Experimentální část

Experimentální část práce je zaměřena na stanovení vlivu materiálového složení na anizotropii mačkavosti plošných textilií. Mačkavost byla hodnocena stanovením úhlu zotavení pomocí inovované metody snímání úhlu zotavení za pomoci kamerového systému. Tento systém přesně zaznamenává změnu úhlu zotavení po odlehčení závaží v daných časových hodnotách.

Dále je v experimentální části zahrnuto i hodnocení splývavosti plošných textilií za pomoci obrazové analýzy a programu LUCIA. Program vyhodnocuje plochu splývajícího vzorku v 2D pohledu. Měření bylo realizováno v laboratořích KOD.

Experiment byl zaměřený:

- Hodnocení anizotropie zotavení textilií různého materiálového složení.
- Hodnocení splývavosti textilií.
- Vyjádření vzájemného vztahu mezi anizotropií a splývavostí.

3.1 Charakteristika použitých materiálů

Pro experiment bylo celkem použito osm druhů materiálů o stejné vazbě textilie (plátno), s různou jemností osnovních a útkových přízí. V práci jsou použity vzorky následujících materiálů Z1 polyester, Z2 bavlna, Z3 bavlna, Z4 bavlna, Z5 len, Z6 len, Z7 vlna, Z8 směs osnovních bavlněných a útkových viskózových přízí. Charakteristika použitých materiálů je uvedena v tabulce 1. a materiálové karty jsou přiloženy v příloze číslo 1.

V tabulce je uvedeno materiál, materiálové složení, délková hmotnost- jemnost osnovy (T_o) a útku (T_u), dostava osnovy (D_o) a útku (D_u), plošná hmotnost (M_p), tloušťka materiálu (h).

Příloha číslo 2. uvádí vzorec pro výpočet délkové hmotnosti vláken (jemnosti) a také tabulku s naměřenými a vypočítanými hodnotami.

Tabulka 1: Charakteristika použitých materiálů

Materiál	Mat. složení	T_o [tex]	T_ú [tex]	D_o [nití/100mm]	D_ú [nití/100mm]	Mp [g/m²]	h [mm]
Z1	100% PL	41	39,1	270	180	178	0,5
Z2	100% CO	29	29,7	260	250	152,9	0,37
Z3	100% CO	28,2	29,4	240	210	123,6	0,4
Z4	100% CO	28,8	30,9	260	190	137,7	0,4
Z5	100% LI	54	53,6	170	140	194,9	0,44
Z6	100% LI	26,3	25,6	230	210	110,6	0,34
Z7	100% WO	24,8	23,6	290	250	140,9	0,25
Z8	CV/ CO	18,9	13,4	390	290	114,7	0,27

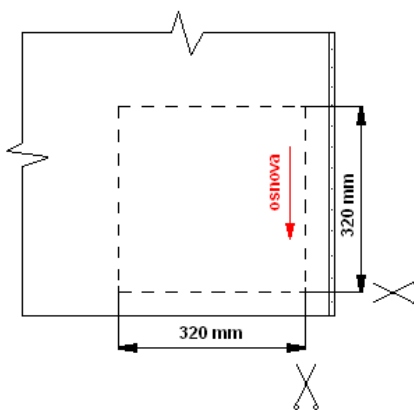
3.2 Charakteristika použitých zařízení

U metody měření úhlu zotavení byla použita následující zařízení. Přenosný počítač, který byl spojen s web kamerou pro ukládání zhotovených snímků, dále pak již zmíněná web kamera působící jako zdroj digitálních snímků úhlu zotavení textilie.

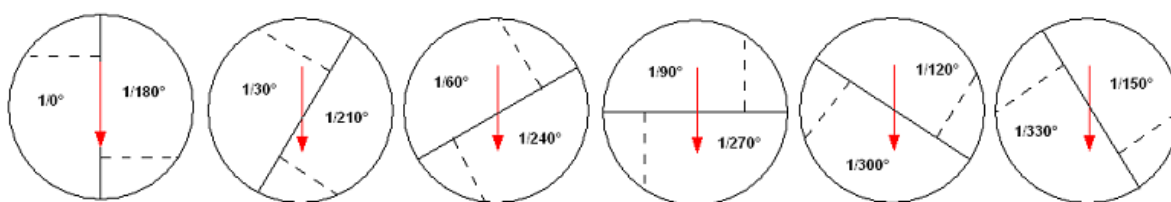
Úhel zotavení se měří pomocí speciálního programu Nis Elements AR, který obsahuje důležitou funkci „measure free angle“. Tato funkce umožní přesné měření úhlů. V programu Nis Elements AR byly měřeny všechny úhly od první sekundy až po třístou sekundu. Ze získaných hodnot byly v programu Microsoft Excel sestaveny tabulky se změřenými hodnotami všech osmi testovaných vzorků.

3.2.1 Měření mačkovosti textilií pomocí úhlu zotavení

Vzorky materiálu jsou odebírány 50 až 100 mm od pevných krajů, kvůli možnému zkreslení hodnot. Vystřihne se čtverec ručně pomocí nůžek o straně 320 mm přesně po osnově a po útku. Do tohoto čtverce se zhotoví celkem 36 vzorků ve tvaru kruhu o průměru 45 mm vždy po 30° ve směru 0°/180°; 30°/210°; 60°/240°; 90°/270°; 120°/300°; 150°/330°. Takto zhotovený vzorek se přehne 1 cm od okraje. Vzorek vystřižený po směru osnovy je přehnut podél útku a vzorek střižený po směru útku je přehýbán podél osnovy.



Obrázek 7: Naznačení velikosti vzorku, vystřížení vzorku



Obrázek 8: Ukázka zhotovení zkušebních vzorků

Připravený vzorek se vložil pod přitlačnou destičku, zbylá část se přeložila a zatížila závažím o hmotnosti 1 kg. Doba zatížení vzorku byla 5 minut a následující doba zotavení také 5 minut.

V průběhu zotavení zaznamenala kamera celkem 24 snímků. První snímek vznikne ihned po sejmutí závaží a následuje dalších devět snímků po jedné sekundě, pak se časové rozptýlení změnilo na dobu pěti sekund a web kamera zaznamená opět deset snímků. Poslední čtyři snímky již vznikají po uplynutí jedné minuty až do konce relaxace vzorku.

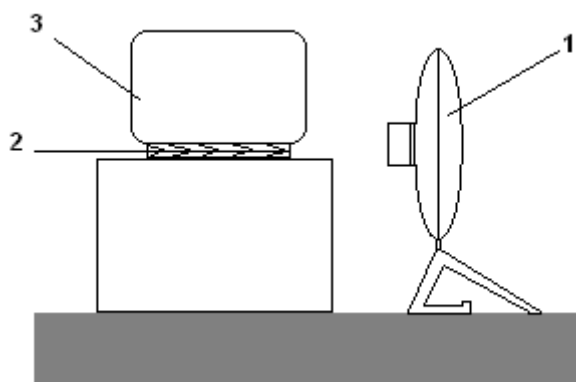
Měření probíhalo v laboratoři s přibližnou teplotou 25°C a vlhkostí vzduchu okolo 38,5%.

Princip měření úhlu zotavení

Princip měření úhlu zotavení pomocí web kamery je znázorněn na obrázku 9. Zkoušený vzorek (2) je přehnut v daném místě a zatížen závažím (3) o hmotnosti 1 kg po dobu 5 minut. Po uplynutí stanoveného času se závaží odstraní a kamera (1) začne snímat vznikající úhly. Snímky jsou vytvářeny nejprve po jedné sekundě, celkem deset snímků, pak po pěti sekundách opět deset snímků a nakonec se relaxace sleduje po

minutě tzn. čtyři snímky. Celkem bylo vytvořeno 24 snímků úhlu zotavení. Vytvořené snímky se okamžitě ukládají do počítače do již připravených složek.

Ze zhotovených digitálních snímků se za pomoci speciálního softwaru NIS – Elements AR změří úhly zotavení vzorku.



Obrázek 9: Schéma měření úhlu zotavení pomocí web kamery

3.2.2 Měření splývavosti textilií

Splývavost plošných textilií je měřena pomocí obrazové analýzy (počítačový program s názvem LUCIA).

Pro toto měření byly použity kruhové vzorky o průměru 300 mm, střiženy přesně po osnově a útku. Celkem bylo zhotoveno 24 vzorků z osmy použitých materiálů.

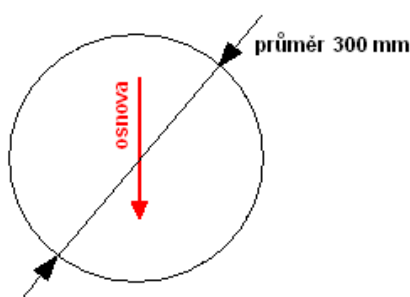
Připravený vzorek je položen na pohybovou část, která je v horní poloze a upevněn dvěma kruhovými podložkami o průměru 180 mm. Jedna je umístěna ze spodní strany vzorky a druhá z vrchní strany. Při vkládání vzorku však nesmíme zapomenout na přesné nastavení osnovy a útku podle stanovených značek. Pak sjedeme s pohybovou částí do spodní polohy tak, aby vzorek volně splýval a nedotýkal se pohybové části. Rozsvítíme spodní panel.

Když je vzorek zkoušeného materiálu takto připraven spustíme program LUCIA G. Aby se nám vzorek zobrazil na monitoru počítače je nutné kliknout na ikonku obraz kamery. Pro lepší zobrazení vzorku je nutno kameru podle potřeby zaostřit. Zaostření s provede přímo na kameře, která je umístěna nad vzorkem. Před zahájením snímání vzorku je nutné provést kalibraci, ta se provádí pouze u prvního měření, používá se pomůcky a to milimetrového papíru a na něm načrtnutého čtverce o dané velikosti např.

50 mm. Pro kalibraci je nutné mít obraz kamery „zmrazený“ tzv. rychlé sejmutí. Pak se obraz oživí, odstraní milimetrový papír a opět se zmrazí.

Pro další měření je důležité zhasnout světla v místnosti a dobře zatáhnout okna, aby bylo lépe vidět podsvícený vzorek splývajícího materiálu- průmět. Proveďte se transformace obrazu do šedého obrazu a pak se definuje prahování podle RGB (celá plocha splývajícího vzorku musí být stejně zabarvená). Tento obraz se převede na binární obraz (měřená plocha zůstane bílá a okolí je černé).

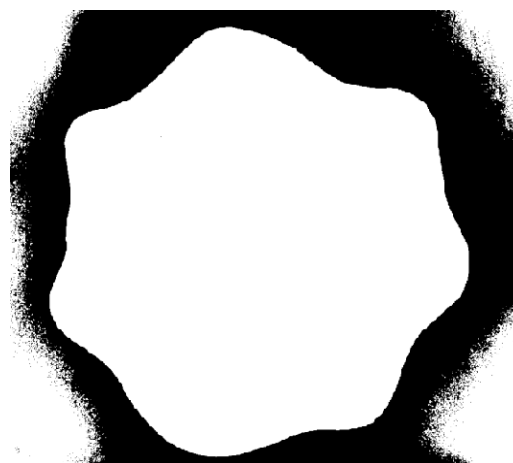
Takto připravená vzorek můžeme měřit pomocí ikonky plocha. Klikneme na měřenou plochu a v tabulce se objeví přesná hodnota splývajícího vzorku v mm^2 .



Obrázek 10: Šablona vzorku pro splývavost



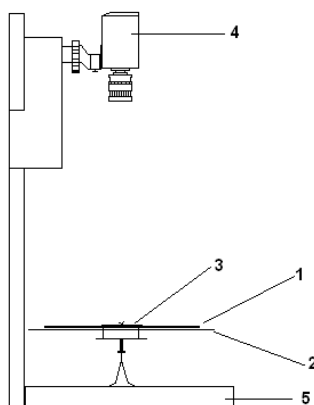
Obrázek 11: Ukázka splývajícího vzorku textilie



Obrázek 12: Ukázka plochy splývajícího vzorku textilie

Princip měření splývavosti textilií

Princip měření splývavosti plošných textilií pomocí obrazové analýzy pomocí digitální kamery je znázorněn na obrázku 13. Zkoušený vzorek (1) je položen podle stanoveného naznačení na pohybovou část zařízení (2). Na takto připravený vzorek se položí kruhová podložka (3) přímo na naznačení a upevní. Rozsvítí se spodní panel (5). Po spuštění programu LUCIA G se zapne digitální kamera (4) umístěná nad vzorkem.



Obrázek 13: Schéma měření splývavosti plošných textilií

3.3 Hodnocení anizotropie zotavení plošných textilií

Anizotropii lze definovat jako závislost fyzikálních vlastností látek na směr, ve kterém probíhá měření. U měření úhlu zotavení byla sledována ve směrech 0°/180°; 30°/210°; 60°/240°; 90°/270°; 120°/300°; 150°/330°.

Naměřené hodnoty úhlů zotavení testovaných vzorků použité pro vytvoření následujících grafů jsou umístěny v příloze číslo 3.

Na následujících grafech 1. – 4. je značena anizotropie úhlu zotavení plošných textilií ve stanovených směrech a v době 1 a 300 sekundy. Dále jsou v tabulce 2. uvedeny koeficienty zotavení vzorku textilie vycházející z průměrných hodnot úhlů v 1 a 300 sekundě.

Jako pomoc při určování míry zotavení testovaného vzorku slouží tzv. koeficient zotavení M , který se vypočítá podle následujícího vztahu, ke za t dosazujeme průměrné hodnoty úhlu zotavení v 1. a 300 sekundě. Výsledkem je bezrozměrné číslo, které při vynásobení stem vyjadřuje procentuelní hodnotu výsledného koeficientu zotavení. [12]

$$M = \frac{\alpha(t)}{180} [-] \quad (13)$$

kde: $\alpha(t)$ - průměrná hodnota úhlu zotavení v 1. a 300. sekundě [°].

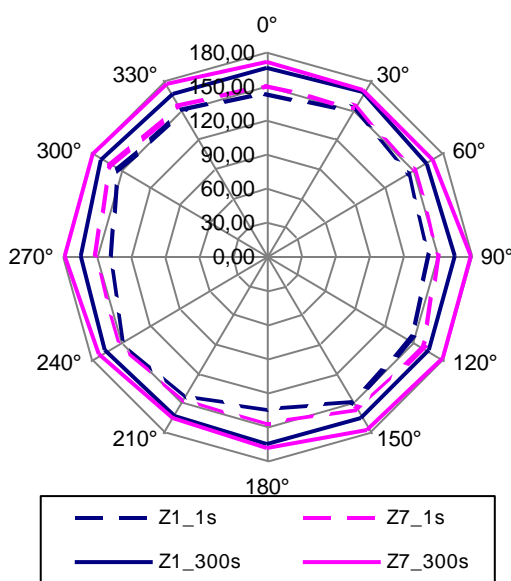
V tabulce 2 lze vidět průměrné hodnoty úhlů a koeficientu zotavení v 1. a 300. sekundě všech testovaných vzorků. $\Delta\alpha[^\circ]$ a $\Delta M[\%]$ udává o kolik se změnily hodnoty mezi stanovenými časovými intervaly. Největší rozdíl těchto hodnot pozorujeme u vzorku Z8 ze směsi bavlny s viskózou, kde se úhel zvětšil o 32,67° a koeficient zotavení

o 18%. Nejmenší změna hodnot je patrná u polyesterového vzorku Z1 s rozdílem hodnot 20,75° a 11%..

Tabulka 2: Průměrné hodnoty koeficientu úhlu zotavení v 1. a 300.s ze všech zkoumaných směrů

Materiál	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
α_1 [°]	143,25	96,1	81,25	79,22	75,45	67,56	150,99	107,25
α_{300} [°]	164,00	125,54	102,84	102,16	102,26	91,99	171,91	139,92
$\Delta\alpha$ [°]	20,75	29,44	21,59	22,94	26,81	24,43	20,92	32,67
M_1 [-]	0,80	0,53	0,45	0,44	0,42	0,38	0,84	0,60
M_{300} [-]	0,91	0,70	0,57	0,57	0,57	0,51	0,96	0,78
ΔM [%]	11	17	12	13	15	13	12	18

Z grafu 1. lze vidět porovnání vzorku Z1 polyesterového a Z7 vlněného materiálu v 1. a 300 sekundě zotavení. Oba materiály jsou v plátňové vazbě. Vlivem výrazně se zvyšující dostavy útkových nití u vzorku Z7 dochází k většímu zotavení především ve směrech 90°/270°; 120°/300°; 150°/330°. Dále lze pozorovat téměř totožné zotavení u obou vzorků ve směrech 0°/180°; 30°/210°.



Graf 1: Anizotropie úhlu zotavení Z1 a Z7 v 1. a 300. s

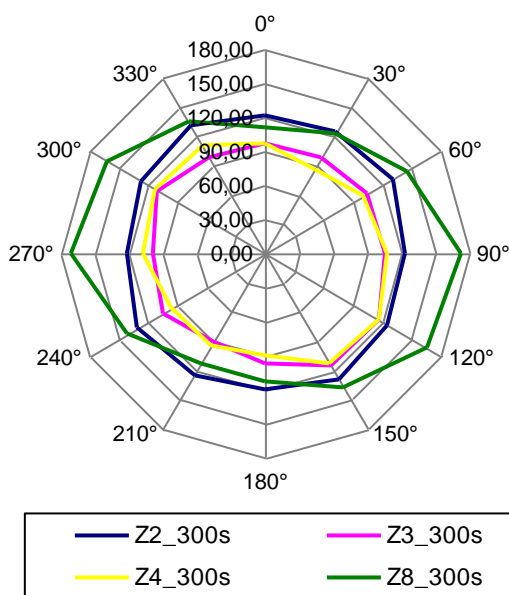
Průměrná hodnota úhlu zotavení ve 300 sekundě u vzorku Z1 je 164° což je o 7,9° nižší než průměrná hodnota v téže sekundě u vzorku Z7. Z čehož vyplývá, že vzorek Z7 se dokáže lépe zotavit, podle koeficientu zotavení uvedeného v tabulce 2. v průměru o 4%.

Oba materiály jsou si tedy ve výsledku velmi podobné a to i v tom ohledu, že porovnáváme syntetický a přírodní materiál. Po provedení tohoto měření můžeme mezi

výčet jejich dobrých vlastností zařadit i velmi malou mačkavost (dobré zotavení po pomačkání). Vlna vykazuje nejlepší zotavení, což je způsobeno především strukturou jejich vláken.

Na mačkavost textilií má také významný vliv rozdíl mezi dostavou osnovních a útkových nití. Čím je rozdíl menší, tím zotavení roste a s vyšším stoupá mačkavost. Tuto skutečnost uvádí Zelová ve své práci, kde tomuto testu podrobila rezné nitě.[10]

Zkoušené vzorky bavlněného materiálu Z2, Z3, Z4 ve 300 sekundě lze vidět na grafu s číslem 2. Tento graf dále zobrazuje vzorek Z8, který tvoří směs bavlny v osnově a viskózy v útku. Vzorky se od sebe liší především dostavou útkových nití s rozdílem vzorku Z8 ten je výrazně převyšuje svou dostavou osnovy i útku.



Graf 2: Anizotropie úhlu zotavení Z2, Z3, Z4, Z8 ve 300. s

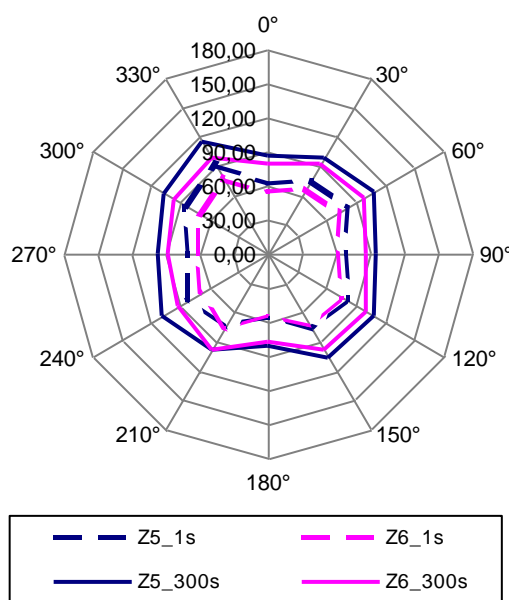
Nejlepší zotavení u těchto testovaných vzorků vykazuje materiál Z8 ve směrech 90°/270° a 120°/300°. Průměrný koeficient zotavení ve 300 sekundě dosahuje hodnoty 78%, což je především ovlivněno viskóзовými vlákny v útku. Tento výsledek můžeme považovat za dosti velký a to i přesto, že je směs materiálu v kombinaci s bavlnou, která dobře podléhá deformaci. Lepší zotavení Z8 oproti zbylým bavlněným vzorkům je dáno malým rozdílem mezi dostavou osnovy a útku. Tento rozdíl činí 10 nití.

U bavlněného vzorku Z2 je pozorován větší sklon k mačkavosti oproti Z8. Průměrný úhel zotavení ve 300 sekundě je 125,54° což je v přepočtu o 14,4° nižší než u

vzorku Z8. Velká podobnost v zotavení u těchto vzorků je ve směru 30° . Nižší mačkavost materiálu Z2 lze pozorovat v $0^\circ/180^\circ$ a $30^\circ/210^\circ$.

Vzorky Z3 a Z4 jsou si ve výsledku velmi podobné a to ve směrech $90^\circ; 120^\circ$ a 150° , nejvíce však ve směru 120° zde se hodnoty úhlu zotavení liší pouze o jednu setinu stupně, avšak průměrný koeficient zotavení mají totožný a to 57%. Tyto vzorky jsou vůči předcházejícím Z2 a Z8 nejmačkavější. Za ovlivňující prvek mačkavosti u Z4 můžeme považovat velký rozdíl mezi osnovními a útkovými nitěmi dostavy nabývající hodnoty až 70 nití.

Výsledky chování lněných vzorků Z5 a Z6 v 1. a 300 sekundě pozorujeme na grafu číslo 3. Testované materiály jsou v plátnové vazbě o vyšší dostavě osnovních nití. Výrazná mačkavost vzorků Z5 a Z6 je především ovlivněna jemností použitých přízí.

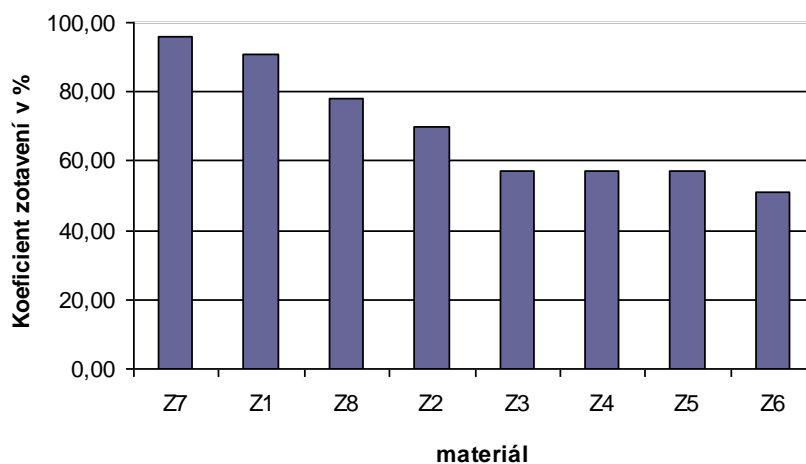


Graf 3: Anizotropie úhlu zotavení Z5 a Z6 v 1. a 300. s

Vzorek Z5 se proti vzorku Z6 lépe zotavuje ve všech směrech což je dáno použitím hrubších přízí, tedy jejich vyšší tuhostí v ohybu. U Z6 jsou naopak jemné příze s nižší tuhostí v ohybu a vyššímu sklonu k pomačkání. Lněné vzorky se velmi podobají ve směru 210° , zde se hodnoty úhlu zotavení liší pouze o $2,5^\circ$. Průměrný koeficient zotavení Z5 je hodnota 57% tak jako u bavlněných vzorků Z3 a Z4.

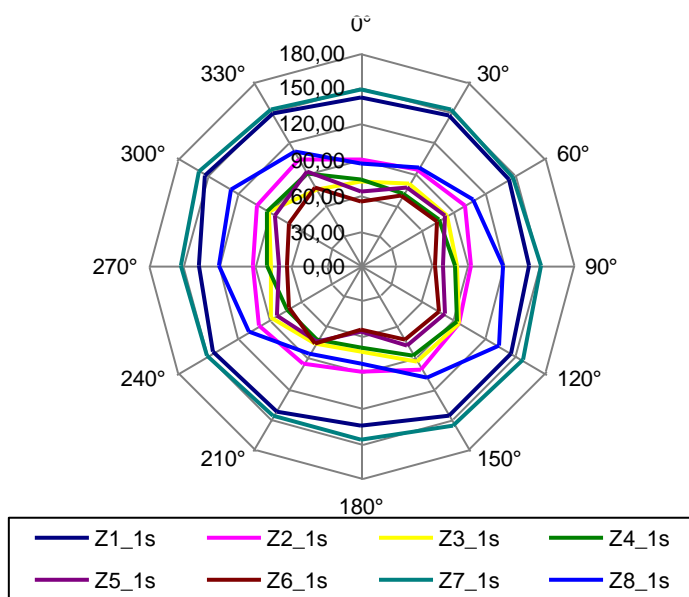
Podle výsledných hodnot koeficientů zotavení vyplývá, že ve vzorku Z6 je oproti ostatním viditelné velké pomačkání, tedy malý úhel zotavení textilie. K největšímu zmačkání dochází ve směrech $0^\circ/180^\circ$. Podle výsledků tohoto měření byla potvrzena nežádoucí mačkavost lněných materiálů.

Na následujícím sloupcovém grafu číslo 4. je uvedeno procentuelní vyjádření koeficientu zotavení vzorků v 300 sekundě a seřazen od nejvíce se zatavujících materiálů po nejmačkovější tedy s nejmenším úhlem zotavení.



Graf 4: Porovnání mačkovosti pomocí koeficientu zotavení

Paprskový graf s číslem 5. znázorňuje stručný přehled o anizotropii úhlu zotavení v 1 sekundě u všech testovaných vzorků Z1 až Z8.



Graf 5: Anizotropie uhlu zotavení Z1-Z8 v 1. s

3.4 Hodnocení splývavosti plošných textilií

Splývavost se řadí mezi estetické vlastnosti a lze ji definovat jako schopnost vytvářet záhyby při volném spuštění textilie do prostoru. Záhyby působí jako výsledek

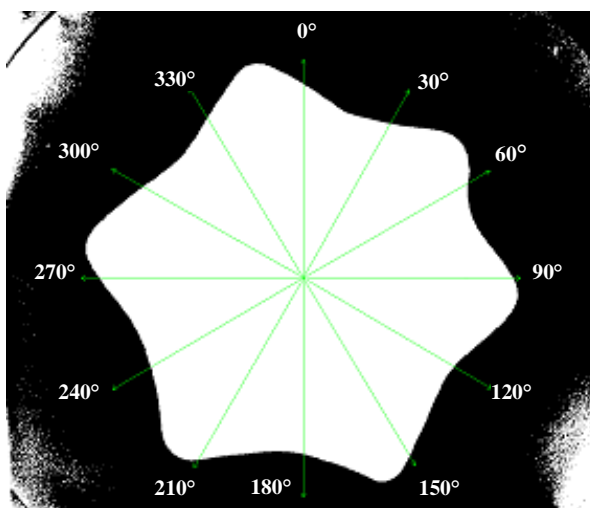
prostorové deformace. Splývavost byla měřena pomocí obrazové analýzy ve směru osnovy.

V příloze číslo 5. na obrázcích zobrazujících plochu průmětu lze pozorovat navíc zobrazení obrysu plochy vždy dvou zbývajících vzorků od daného materiálu. Celkem byly tedy testovány od každého materiálu tři vzorky.

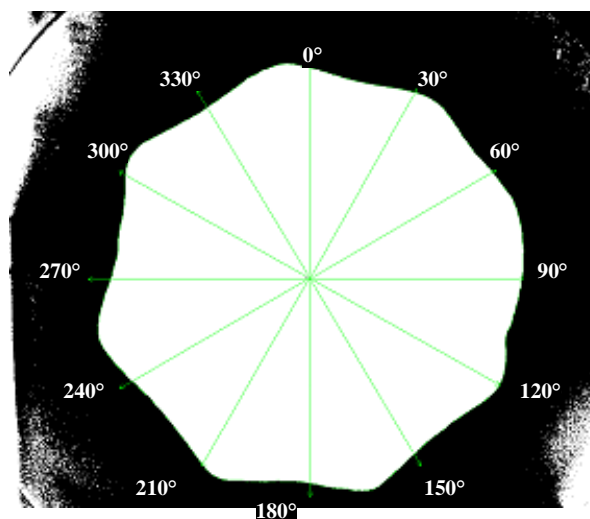
Tabulka 3: Hodnoty plochy a splývavosti vzorků Z1-Z8

Materiál	S [mm ²]			Ø [mm ²]	v [%]	s [%]	Sp [%]			Ø [%]
	1	2	3				1	2	3	
Z1	54735,02	55510,64	56758,81	55668,16	1,83	1021,05	35,26	33,54	30,79	33,20
Z2	65274,91	66110,57	66625,19	66003,56	1,03	681,47	10,11	10,11	8,98	9,73
Z3	65135,68	63083,55	64641,64	64286,96	1,67	1071,06	12,27	16,80	13,36	14,14
Z4	68916,72	68870,52	66696,39	68161,21	1,86	1268,78	3,91	4,01	8,82	5,58
Z5	62812,07	60409,92	62897,73	62039,91	2,28	1412,26	17,40	22,71	17,22	19,11
Z6	62633,5	61635,84	61968,52	62079,29	0,82	507,97	17,80	20,00	19,27	19,02
Z7	49324,36	49676,84	48866,16	49289,12	0,82	406,49	47,22	46,44	48,23	47,30
Z8	58916,71	62266,14	58650,36	59944,4	3,36	2015,09	26,02	18,61	26,60	23,74

Zkoušený vzorek Z1 z polyesterového materiálu v plátňové vazbě o výrazně vyšší dostavě osnovních nití vůči útkovým je zobrazen na obrázku 14. Tento materiál vyniká dobrou tvarovou stabilitou. Průměrná splývavost vzorku Z1 je 33,2%. V porovnání se vzorkem Z2 je jeho splývavost několikrát vyšší. Takže můžeme říct, že je dobře splývavý.



Obrázek 14: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z1 ve směru osnovy

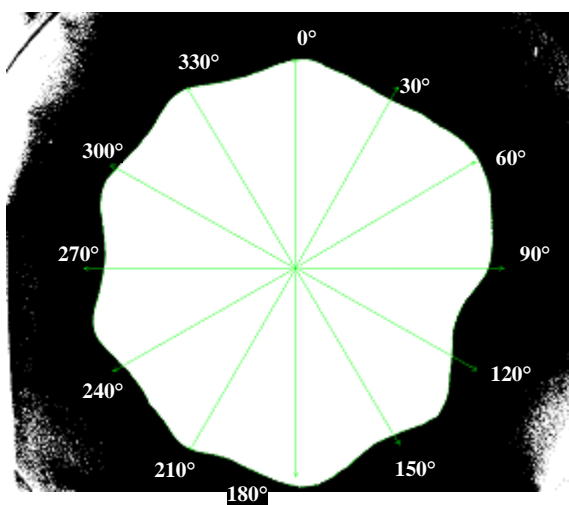


Obrázek 15: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z2 ve směru osnovy

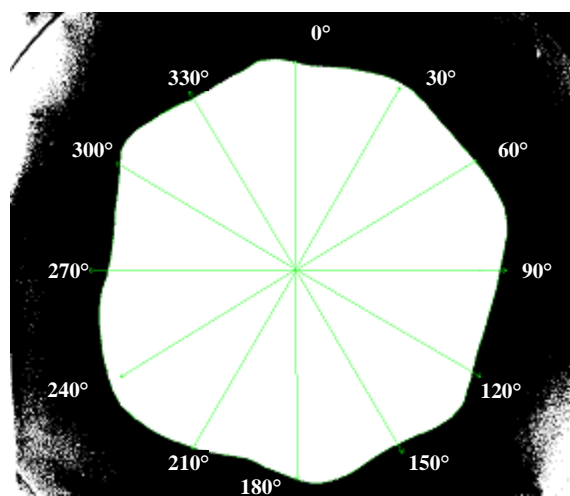
Již zmíněný vzorek Z2 z bavlněného materiálu o plátňové vazbě s nepatrně nižší dostavou osnovních nití vůči předcházejícímu vzorku Z1 lze pozorovat na obrázku 15.

Pro bavlněné příze je typická dobrá tvárnost a z velké míry ji ovlivňují okolní podmínky hlavně vlhkost prostředí. Průměrná splývavost tohoto vzorku je 9,73%, z čehož vyplývá, že bavlněný materiál ve velmi špatně splývavý. Pro lepší dosažení splývavosti se bavlna směsuje s chemickými vlákny.

Následující vzorky Z3 a Z4 zobrazené na obrázcích 16. a 17 jsou opět bavlněné v plátňové vazbě. Dostavou se od sebe příliš neliší jen u vzorku Z4 je dostava útkových nití nižší. Platí zde opět stejné vlastnosti bavlněných přízí popsaných u vzorku Z2. Průměrná splývavost testovaného vzorku Z3 je 14,14%. Z4 vykazuje průměrnou splývavost 5,6%, tedy nejnižší ze všech testovaných vzorků. To nám dokazuje již předem zmíněnou špatnou splývavost bavlněných materiálů.

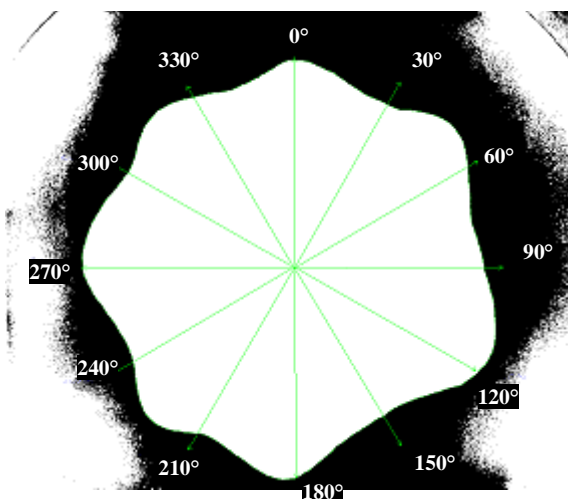


Obrázek 16: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z3 ve směru osnovy

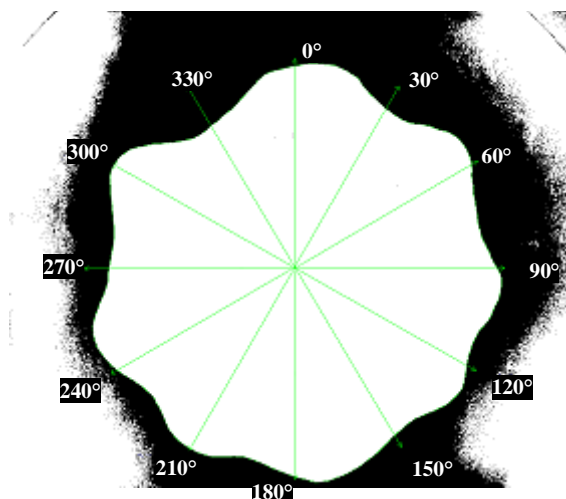


Obrázek 17: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z4 ve směru osnovy

Na obrázcích 18.a 19. lze vidět chování lněných vzorků textilie Z5 a Z6 po volném spuštění do prostoru. Splývavost těchto vzorků je téměř totožná, v průměru Z5 vykazuje vyšší splývavost o pouhých devět setin procenta vůči Z6. To může být ovlivněno dostavou osnovních a útkových nití, která je u Z5 nižší nebo délkovou hmotností, která je výrazně vyšší u vzorku Z5. Lněný materiál můžeme taktéž zařadit mezi špatně splývající textilie.

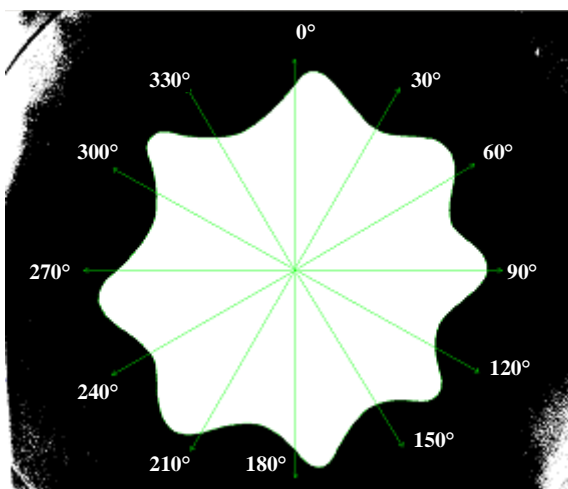


Obrázek 18: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z5 ve směru osnovy

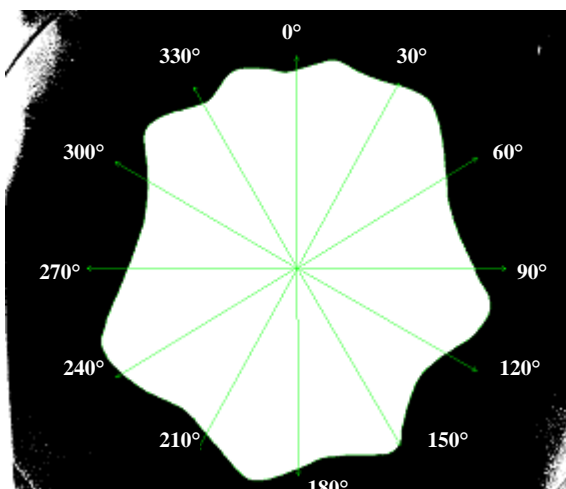


Obrázek 19: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z6 ve směru osnovy

Z průmětu splývající vlněné textilie Z7 zobrazené na obrázku 20. vyplívá velmi vysoká splývavost. Ta je dána především vysokou pružností a ohebností vlněných vláken. Dosahuje průměrné hodnoty 47,3% což je nejvíce ze všech testovaných materiálů.



Obrázek 20: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z7 ve směru osnovy



Obrázek 21: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z8 ve směru osnovy

Posledním testovaným vzorkem je materiál ze směsi bavlny a viskózy Z8 s průměrnou splývavostí 23,74%, který lze vidět na obrázku 21. U tohoto vzorku je splývavost především ovlivněna velmi vysokou dostavou osnovních a útkových nití, ale také danou směsí vláken.

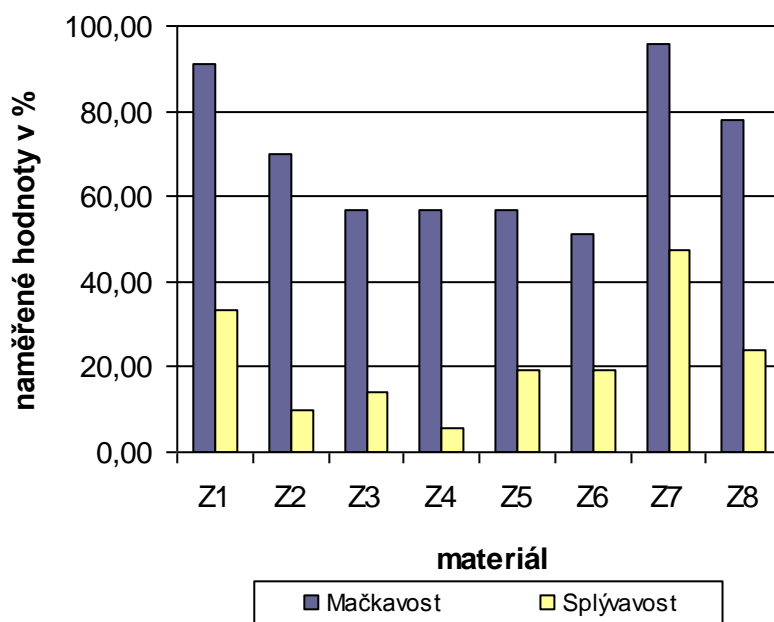
4 Zhodnocení výsledků

Cílem zhodnocení je posouzení výsledků provedených měření a zjištění vlivu mačkavosti na splývavost plošných textilií.

Tabulka 4: Charakteristika použitých materiálů

Materiál	Mat. složení	T_o [tex]	T_ú [tex]	D_o[nití/100mm]	D_ú[nití/100mm]	M₃₀₀ [%]	Sp [%]
Z1	100% PL	41	39,1	270	180	91	33,20
Z2	100% CO	29	29,7	260	250	70	9,73
Z3	100% CO	28,2	29,4	240	210	57	14,14
Z4	100% CO	28,8	30,9	260	190	57	5,58
Z5	100% LI	54	53,6	170	140	57	19,11
Z6	100% LI	26,3	25,6	230	210	51	19,02
Z7	100% WO	24,8	23,6	290	250	96	47,30
Z8	CO/CV	18,9	13,4	390	290	78	23,74

Při hodnocení mačkavosti vyplynulo nejlepší zotavení po zmačkání dosahující hodnoty 84% u vzorku Z7, tedy vlněné textilie a u vzorku polyesterové textilie Z1 s 80%. Nejnižší pomačkání u Z7 lze pozorovat ve směrech 120° a 300°. Tato nízká mačkavost je především docílena použitými vlněnými vlákny, ty se vyznačují velmi dobrou pružností a ohebností. Vzorek Z1 prokazuje nejvyšší zotavení ve směrech 150° a 330°. Chování testovaných materiálů Z1 a Z7 se ve výsledku jeví jako izotropní. Tyto vzorky byly taktéž vyhodnoceny jako nejlépe splývající plošné textilie. Z toho můžeme posoudit, že nejlépe zotavující se materiály po zmačkání jsou také nejlépe splývavé jak lze pozorovat v grafu 6.



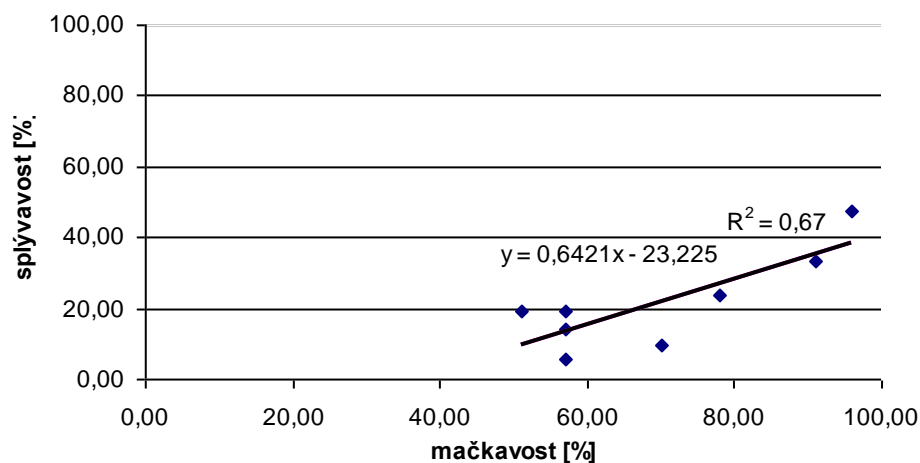
Graf 6: Porovnání mačkavosti a splývavosti vzorků Z1-Z8

U bavlněných materiálů Z2, Z3 a Z4 byla pozorována vyšší mačkavost především ve směrech $0^\circ/180^\circ$ a $30^\circ/210^\circ$. Vzorek Z8 ze směsi bavlněných a viskóзовých vláken byl méně mačkový než předcházející bavlněné vzorky a nejvyššího zotavení dosahoval ve směrech $90^\circ/270^\circ$ a je typický anizotropním chováním. Zotavení po zmačkání u těchto testovaných vzorků bylo v rozmezí mezi 60 až 44%. Mačkavost bavlněných materiálů je především ovlivněna rozdílem mezi dostavou osnovy a útku.

Při posouzení splývavosti vycházejí čistě bavlněné materiály jako velmi špatně splývavé, pro představu průměrná splývavost tří zkoušených bavlněných vzorků je 9,8%, ale ve směsi bavlny s viskózou se splývavost výrazně zvyšuje a to na 23,7%. Z daných výsledků lze usoudit, že pro dosažení vyšší splývavosti bavlněných materiálů je lepší je směšovat s jinými vlákny.

Mezi textilie s největší mačkavostí se zařadily vzorky vlněných tkanin Z5 a Z6 s koeficienty zotavení 42 a 38%. Výrazné pomačkání se tvořilo ve směrech 0° a 180° . Úhel zotavení lněných vzorků je ovlivněn zejména jemností (délkovou hmotností) přízí.

Lněný materiál je opravdu nejvíce mačkový, avšak v posouzení se splývavostí vychází jako průměrný z testovaných vzorků s hodnotou 19,1%. Podle těchto výsledků můžeme usoudit, že textilie s nejmenším úhlem zotavení po zmačkání, nemusí být také nejméně splývavá.



Graf 7: Regresní přímka závislosti splývavosti na mačkavosti měřených vzorků

Graf s číslem 7. zobrazuje vzájemný vztah mezi mačkavostí a splývavostí vyjádřený pomocí korelačního koeficientu. Korelační koeficient nabývá hodnot v rozmezí -1 až 1. Čím je blíže hodnotě jedna, tím těsnější je závislost. Pro sestrojení grafu byly použity hodnoty splývavosti a koeficientu zotavení ve 300 sekundě u mačkavosti. Vzniklá lineární křivka je rostoucí a výsledná hodnota korelace se rovná 0,67, tedy slabá závislost.

5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit anizotropii mačkovosti a splývavosti plošných textilií. Anizotropie mačkovosti plošných textilií byla hodnocena novou inovovanou metodou měření úhlu zotavení pomocí web kamery. Splývavost plošných textilií byla hodnocena obrazovou analýzou a programem LUCIA. Obrazová analýza pracuje na principu zachycení obrazu digitální kamerou a převedení obrazu do počítače. Obraz je v digitální podobě.

Teoretická část bakalářské práce byla zaměřena na vlastnosti ovlivňující tvarovou stálost plošných textilií a jejich vliv na užité vlastnosti a to mačkovost, splývavost a tuhost. Tyto vlastnosti ovlivňují z velké míry komfort a konečný estetický vzhled oděvu. V úvodní části je stručně popsána charakteristika mačkovosti, splývavosti a tuhosti plošných textilií. Dále uvádí možnosti měření a popisy měřících zařízení. Každé měřící zařízení obsahuje stručný popis měření.

V experimentální části byly realizovány uvedené měření na příslušných měřících zařízeních. Úhel zotavení, tedy mačkovost textilie byly měřeny pomocí web kamery. Kamera se používá z důvodu mnohem přesnějšího měření úhlů, dokáže zachytit přesné snímky pohybu textilie ihned po odstranění závaží v 1. sekundě a pak po stanovených časových intervalech až do 300. sekundy což dříve nebylo možné. Celkem bylo měřeno osm druhů materiálů se stejnou vazbou, různou dostavou, jemností a plošnou hmotností textilie. Úhel zotavení byl měřen vždy po 30° ve směru 0°/180°; 30°/210°; 60°/240°; 90°/270°; 120°/300°; 150°/330°. Z jednoho testovaného druhu textilie bylo zhotoveno 36 vzorků a z toho 6 pro každý směr. Během měření web kamera zaznamenala u každého směru 24 fotografií zotavující se textilie. Z těchto fotografií byly za pomoci speciálního programu Nis Elements AR měřeny úhly zotavení zkoušených vzorků. Naměřené hodnoty byly zapsány do tabulek a vyhodnocovány.

Další součástí experimentální části je měření splývavosti plošných textilií pomocí obrazové analýzy a programu LUCIA. K měření bylo opět použito osm druhů materiálů stejných jako u předešlého měření. Z každé textilie byly zhotoveny 3 zkušební vzorky po směru osnovy, tedy celkem bylo měřeno 24 vzorků.

Z experimentálních výsledků bylo zjištěno, že materiálové složení, dostava a délková hmotnost (jemnost) výrazně ovlivňují mačkovost i splývavost testovaných vzorků plošných textilií.

- Vliv dostavy na mačkavost byl prokázán především u bavlněných vzorků Z2, Z3 a Z4, s průměrným rozdílem 37 nití mezi hodnotami osnovy a útku. Bavlněné materiály tedy podléhají deformaci a jejich splývavost je velmi nízká, tedy nejhorší ze všech měřených vzorků.
- Nejvíce chování zkoumaných vzorků polyesteru Z1, vlny Z7 a směsi bavlny s viskózou Z8 ovlivnilo jejich materiálové složení. Vlněná vlákna vynikají velmi dobrou pružností a ohebností, což ve výsledku u Z7 vede k nejlepšímu zotavení po zmačkání a splynutí textilie do prostoru. Polyesterové vlákna jsou typické nízkou mačkavostí, po provedení testů na splývavost ze vzorek Z1 zařadil jako druhý nejlépe splývající materiál. Z8 je ze směsi bavlněných osnovních a viskózových útkových nití. Malá mačkavost materiálu je zejména ovlivněna použitím viskózy v útku, ten zároveň zvyšuje také jeho splývavost.
- Lněné vzorky Z5 a Z6 byly výrazně ovlivněny délkovou hmotností vláken a zároveň také materiálovým složením, podle kterého jsou lněná vlákna velmi mačková. U vzorku Z5 je délková hmotnost skoro dvakrát vyšší v osnově i útku oproti Z6. Z toho vyplývá, že hrubší příze se méně mačkají a jemnější více podléhají deformaci. Při pohledu na výsledky měření, Z5 s hrubšími přízemi je méně mačkový a lépe splývající než Z6 s jemnějšími přízemi.

Mačkavost patří mezi nežádoucí jevy plošných textilií a proto se většina výrobců snaží ji alespoň částečně potlačit směřováním s jinými vlákny či použitím odpovídající konečné úpravy.

Na mačkavost i splývavost plošných textilií byl tedy prokázán výrazný vliv materiálového složení. Proto bych pro budoucí námět bádání navrhla proměření směsových materiálů a porovnala jak dané procento obsahujících vláken ovlivní zotavení po zmačkání nebo splynutí textilie do prostoru.

Použitá literatura

- [1] Pařilová, H.: *Textilní zbožíznalství* [online]. 2005. [cit. 2011-02-15]. Dostupné na internetu: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2007-11-20/09-23-25.pdf>>
- [2] *Zpracovatelské vlastnosti textilních vláken*. [online]. [cit. 2011-02-20] Dostupné z internetu: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt_p_1.pdf>
- [3] Sochor, B.: *Mačkovost tkanin a její měření*. Danielis J. a kolektiv. Nová technika měření a zkoušení v textilním průmyslu. Praha: SNTL, 1957, str. 185-203.
- [4] Staněk, J.: *Nauka o textilních materiálech*, díl I., část 4., *Vlastnosti délkových a plošných textilií*. Liberec 1988, ISBN 55- 801- 88, str. 94–104.
- [5] Raja Zaouali, Slah Smahli, Faouzi Sakli, Parameters influencing fabrice wrinkling [online]. [cit. 2011-02-20] Dostupné z internetu: <<http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=502>>
- [6] Kolčavová Sirková B.: *Systém projektování textilních struktur*. 2. etapa tvorba systému projektování „příze-ťkanina“ Manuál. [online]. [cit. 2011-02-20]. Dostupné z internetu: <http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/1Projektovani/1.4_manual/%5B1.4.03%5D.pdf>
- [7] ČSN 80 0819. *Zkoušení mačkovosti plošných textilií*. Zrušená norma.
- [8] Kovačič, V.: *Textilní zkušebnictví*. Díl II, Liberec: TUL 2003. ISBN 80-7083-825-6, str. 32-52.
- [9] Interní norma číslo 23-202-01/01. Splývavost tkanin, Ohyb přes ostrý roh. [online]. [cit. 2011-02-21] Dostupné z internetu: <http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2023-202-01_01.pdf>
- [10] Zelová, K.: *K problematice mačkovosti plošných textilií*, SVOČ TUL. Liberec 2009. ISBN 978-80-7372-482-5.
- [11] Hes, L., *Úvod do komfortu textilií*, 1. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci 2005, ISBN 80-7083-926-0.
- [12] Fridrichová, L., *K problematice stanovení ohybové tuhosti plošných textilií*, Disertační práce, Technická universita v Liberci, Fakulta textilní, 1999.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Šablona vzorku pro přístroj T.K.I.	15
Obrázek 2: Šablona vzorku	15
Obrázek 3: Zkoušení mačkovosti pomocí metody Aku [8]	16
Obrázek 4: Splývající vzorek plošné textilie [8].....	17
Obrázek 5: Porovnání původního vzorku se splývajícím [8].....	17
Obrázek 6: Měření splývavosti přes hranu stolu [9]	18
Obrázek 7: Naznačení velikosti vzorku, vystřížení vzorku	22
Obrázek 8: Ukázka zhotovení zkušebních vzorků	22
Obrázek 9: Schéma měření úhlu zotavení pomocí web kamery	23
Obrázek 10: Šablona vzorku pro splývavost.....	24
Obrázek 11: Ukázka splývajícího vzorku textilie	24
Obrázek 12: Ukázka plochy splývajícího vzorku textilie	24
Obrázek 13: Schéma měření splývavosti plošných textilií	25
Obrázek 14: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z1 ve směru osnovy	30
Obrázek 15: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z2 ve směru osnovy	30
Obrázek 16: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z3 ve směru osnovy	31
Obrázek 17: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z4 ve směru osnovy	31
Obrázek 18: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z5 ve směru osnovy	32
Obrázek 19: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z6 ve směru osnovy	32
Obrázek 20: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z7 ve směru osnovy	32
Obrázek 21: Binární obraz plochy splývajícího vzorku Z8 ve směru osnovy	32

Seznam tabulek

Tabulka 1: Charakteristika použitých materiálů	21
Tabulka 2: Průměrné hodnoty koeficientu úhlu zotavení v 1. a 300.s ze všech zkoumaných směrů	26
Tabulka 3: Hodnoty plochy a splývavosti vzorků Z1-Z8	30
Tabulka 4: Charakteristika použitých materiálů	33

Seznam grafů

Graf 1: Anizotropie úhlu zotavení Z1 a Z7 v 1. a 300.s.....	26
Graf 2: Anizotropie úhlu zotavení Z2, Z3, Z4, Z8 ve 300.s.....	27
Graf 3: Anizotropie úhlu zotavení Z5 a Z6 v 1. a 300.s.....	28
Graf 4: Porovnání mačkovosti pomocí koeficientu zotavení.....	29
Graf 5: Anizotropie úhlu zotavení Z1-Z8 v 1.s.....	29
Graf 6: Porovnání mačkovosti a splývavosti vzorků Z1-Z8.....	34
Graf 7: Regresní přímka závislosti splývavosti na mačkovosti měřených vzorků.....	35

Seznam příloh

Příloha č.1.: Charakteristika materiálů.....	1
Příloha č. 2.: Výpočet délkové hmotnosti vláken.....	3
Příloha č. 3.: Velikost úhlu zotavení.....	4
Příloha č.4.: Anizotropie úhlů mačkovosti vzorků Z1-Z8 ve 300 sekundě.....	12
Příloha č. 5.: Výpočet splývavosti plošných textilií.....	12
Příloha č. 6.: Obrázky splývajících vzorků a jejich průměty (plochy).....	13

Přílohy

Příloha č. 1.: Charakteristika materiálů

Z1	Z2

Z3	Z4

Z5	Z6

Z7	Z8

Příloha č. 2.: Výpočet délkové hmotnosti

Délková hmotnost vláken (jemnost) byla počítána s délkou vláken 10 metrů.

$$T = \frac{m}{l} [tex]$$

kde:

T jemnost vláken

m hmotnost vláken [g]

l délka vláken [km]

Materiál	Mat. složení	m_o[g]	m_ú[g]	T_o [tex]	T_ú[tex]
Z1	100% PL	0,410	0,391	41	39,1
Z2	100% CO	0,290	0,297	29	29,7
Z3	100% CO	0,282	0,294	28,2	29,4
Z4	100% CO	0,288	0,309	28,8	30,9
Z5	100% LI	0,540	0,536	54	53,6
Z6	100% LI	0,263	0,256	26,3	25,6
Z7	100% WO	0,248	0,236	24,8	23,6
Z8	CO/CV	0,189	0,134	18,9	13,4

Příloha č.3.: Velikost úhlu zotavení**Tabulka 1.:Velikosti úhlů zotavení vzorku Z1-100% PL**

Z1	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	140,78	146,45	144,13	141,45	146,18	146,06	134,41	141,52	144,42	135,67	150,71	147,25	143,25
2	147,06	151,92	148,96	148,59	151,33	152,06	144,26	146,83	150,21	144,64	154,95	152,07	149,41
3	149,50	154,09	151,11	151,21	153,49	153,98	147,46	148,55	152,57	147,46	156,67	154,06	151,68
4	151,02	155,40	152,16	152,51	154,57	155,23	148,83	149,87	153,88	148,84	157,80	155,00	152,93
5	151,99	156,33	153,13	153,66	155,33	155,90	150,00	150,81	154,53	150,05	158,58	155,80	153,84
6	153,05	157,04	153,74	154,50	155,93	156,63	150,81	151,38	155,41	150,79	159,27	156,46	154,58
7	153,82	157,39	154,20	155,10	156,42	157,17	151,60	151,90	155,87	151,34	159,67	156,89	155,12
8	154,20	157,88	154,67	155,42	156,84	157,51	152,20	152,41	156,25	152,12	159,94	157,27	155,56
9	154,73	158,17	155,02	156,04	157,30	158,02	152,90	152,88	156,93	152,51	160,42	157,66	156,05
10	155,19	158,38	155,30	156,50	157,70	158,08	153,26	153,24	157,26	153,17	160,93	157,92	156,41
15	156,32	159,72	156,05	157,98	158,68	159,23	154,77	154,52	157,95	154,40	161,57	158,90	157,51
20	157,30	160,14	156,73	158,82	159,14	159,90	155,67	155,15	158,88	155,48	162,32	159,56	158,26
25	158,00	160,79	157,37	159,65	159,66	160,68	156,70	155,72	159,35	156,18	162,71	160,12	158,91
30	158,35	161,07	157,80	159,97	160,14	161,23	157,43	156,00	159,76	156,85	163,39	160,67	159,39
35	159,08	161,57	158,34	160,48	160,54	161,73	158,17	156,60	160,13	156,97	163,57	160,97	159,85
40	159,40	162,02	158,59	160,98	160,82	161,88	158,74	156,87	160,56	157,48	163,73	161,25	160,19
45	159,78	162,28	158,98	161,29	161,10	162,39	158,96	157,20	160,95	157,73	164,18	161,60	160,54
50	160,19	162,59	159,15	161,42	161,44	162,51	159,33	157,44	161,26	158,15	164,55	161,69	160,81
55	160,60	162,82	159,47	162,11	161,79	162,85	159,62	157,51	161,74	158,39	164,47	161,85	161,10
60	160,82	163,05	159,72	162,34	162,07	163,05	159,90	157,92	162,11	158,61	164,80	162,05	161,37
120	162,06	164,10	160,32	163,27	163,11	163,86	161,72	159,03	162,91	159,99	165,54	163,06	162,41
180	162,51	164,39	161,09	164,05	163,85	164,42	162,66	159,85	163,22	160,89	166,28	163,59	163,07
240	163,11	164,94	161,36	164,47	164,24	164,99	163,29	160,26	164,23	161,90	166,61	164,16	163,63
300	163,61	165,36	161,62	165,13	164,57	165,12	163,72	160,52	164,55	162,32	166,98	164,48	164,00

Tabulka 2.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z2-100% CO

Z2	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	89,36	93,46	100,64	92,36	96,33	101,05	88,56	96,19	99,74	90,69	101,33	103,45	96,10
2	97,58	101,00	107,57	99,63	104,19	107,99	95,82	103,56	108,38	98,15	107,54	110,30	103,47
3	100,45	103,65	110,48	102,79	107,08	110,65	98,92	106,09	111,39	101,11	110,10	113,04	106,31
4	102,28	105,42	112,46	105,02	109,16	112,25	100,91	107,57	113,14	103,09	111,66	114,70	108,14
5	103,92	106,88	113,84	106,34	110,11	113,40	102,27	108,68	114,53	104,31	112,94	115,68	109,41
6	104,94	107,89	114,73	107,36	111,18	114,45	103,53	109,67	115,86	105,34	113,91	116,48	110,44
7	105,82	108,61	115,66	108,11	112,01	115,29	104,30	110,38	116,77	106,25	114,67	117,29	111,26
8	106,71	109,32	116,42	108,88	112,40	115,83	104,95	111,16	117,55	107,01	115,16	117,80	111,93
9	106,76	109,90	117,09	109,65	113,05	116,46	105,60	112,34	118,17	107,57	115,61	118,41	112,55
10	107,58	110,55	117,73	110,21	113,67	117,04	106,02	112,79	118,77	108,12	116,22	119,01	113,14
15	110,17	112,37	119,81	112,59	115,54	119,23	108,30	114,30	120,92	110,54	117,59	120,73	115,17
20	111,38	113,69	120,87	113,84	117,19	120,24	109,47	115,51	122,39	112,07	118,63	121,84	116,42
25	112,41	114,73	122,05	115,13	118,20	121,35	110,57	116,28	123,33	113,06	119,44	122,82	117,45
30	113,20	115,36	122,88	115,85	119,06	122,15	111,44	117,07	123,78	113,58	120,10	123,52	118,17
35	113,93	115,91	123,50	116,70	119,35	122,73	112,11	117,76	124,45	114,30	120,67	124,24	118,80
40	114,71	116,58	123,91	117,04	120,02	123,10	112,58	118,35	125,06	114,98	121,20	124,53	119,34
45	115,50	117,26	124,41	117,67	120,31	123,48	113,28	118,85	125,44	115,37	121,64	125,03	119,85
50	115,89	117,83	124,84	118,18	120,93	123,85	113,74	119,47	125,86	115,80	121,99	125,52	120,32
55	116,18	118,24	125,20	119,05	121,12	124,31	114,14	119,86	126,31	116,07	122,44	125,89	120,73
60	116,34	118,72	125,53	119,04	121,54	124,40	114,64	120,04	126,68	116,67	122,79	126,20	121,05
120	118,85	120,72	127,73	121,44	123,29	126,98	117,21	122,00	128,94	118,74	124,57	127,97	123,20
180	119,85	121,42	128,69	122,46	124,34	128,11	118,39	122,78	129,72	119,92	125,48	129,09	124,19
240	120,74	122,23	129,73	123,06	125,33	128,82	119,33	123,82	130,61	120,83	126,24	129,68	125,03
300	121,26	122,80	129,88	123,98	126,05	129,15	119,96	123,97	131,02	121,39	126,79	130,27	125,54

Tabulka 3.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z3-100% CO

Z3	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	69,85	78,79	83,92	80,40	95,15	92,72	72,83	74,88	88,06	75,37	88,60	74,47	81,25
2	75,97	82,38	87,88	85,64	99,29	97,41	78,06	78,52	91,57	80,19	92,63	79,70	85,77
3	78,92	84,42	89,78	88,05	101,21	99,28	80,02	79,85	93,09	82,11	94,63	81,90	87,77
4	80,13	85,30	90,87	89,45	102,59	100,76	81,41	80,76	93,95	83,30	95,86	83,43	88,98
5	81,34	86,11	91,70	90,33	103,35	101,58	82,46	81,49	94,74	84,44	96,85	84,48	89,91
6	82,35	86,64	92,35	91,12	104,28	102,37	83,17	81,90	95,29	85,14	97,39	85,13	90,59
7	83,03	87,30	93,16	91,69	104,98	102,97	83,89	82,19	95,66	85,63	97,76	85,76	91,17
8	83,42	87,78	93,72	92,28	105,44	103,49	84,47	82,63	96,00	86,12	98,23	86,19	91,65
9	84,06	88,33	94,10	92,74	105,81	104,03	84,97	82,93	96,14	86,59	98,83	86,46	92,08
10	84,66	88,52	94,31	93,44	106,07	104,46	85,60	83,19	96,78	87,06	99,16	86,98	92,52
15	86,41	90,12	96,13	95,29	107,64	106,40	87,40	83,87	97,80	89,11	100,54	89,00	94,14
20	87,83	90,98	97,04	96,61	108,68	107,40	88,48	84,63	98,34	90,06	101,60	89,90	95,13
25	88,65	91,47	97,88	97,33	109,41	107,94	89,21	85,19	98,96	90,98	102,38	90,86	95,85
30	89,45	92,05	98,24	97,91	110,08	108,59	90,10	85,50	99,57	91,69	102,96	91,49	96,47
35	89,92	92,68	98,79	98,72	110,49	108,86	90,58	85,97	99,87	92,24	103,30	92,15	96,96
40	90,49	93,08	99,12	99,19	110,87	109,34	91,15	86,39	100,12	92,56	103,69	92,51	97,38
45	91,19	93,26	99,63	99,70	111,11	109,69	91,56	86,47	100,34	92,96	104,24	92,93	97,76
50	91,77	93,63	100,08	100,05	111,51	109,90	91,86	86,87	100,80	93,46	104,42	93,38	98,14
55	92,04	93,96	100,23	100,40	111,72	110,20	92,18	86,98	100,87	93,64	104,70	93,63	98,38
60	92,35	94,18	100,65	100,62	111,87	110,44	92,49	87,33	101,12	93,93	104,92	93,89	98,65
120	94,55	96,41	102,53	103,00	113,90	112,58	94,89	89,18	103,13	95,99	106,94	96,05	100,76
180	95,79	96,75	103,52	104,15	114,78	113,78	95,70	89,84	103,62	97,38	107,99	97,34	101,72
240	96,75	97,59	103,99	105,02	115,45	114,43	96,48	90,18	104,14	98,13	108,57	98,23	102,41
300	97,45	98,03	104,24	105,63	115,86	114,62	96,99	90,42	104,72	98,46	109,00	98,64	102,84

Tabulka 4.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z4-100% CO

Z4	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	73,11	68,87	75,53	78,66	93,94	87,40	68,75	72,31	72,87	79,59	91,31	88,32	79,22
2	79,01	72,67	80,26	84,09	98,68	92,23	73,71	77,30	76,84	85,39	95,16	93,04	84,03
3	80,99	74,61	82,16	86,92	100,37	94,53	75,64	79,11	78,75	87,94	97,05	94,92	86,08
4	82,24	75,68	83,72	89,07	101,65	95,87	76,83	80,08	80,15	89,72	98,13	96,09	87,44
5	83,24	76,24	84,87	90,37	102,48	96,90	77,66	80,81	81,03	90,69	98,87	97,13	88,36
6	83,82	76,86	85,57	90,92	103,30	97,67	78,41	81,63	81,83	91,85	99,53	97,93	89,11
7	84,58	77,33	85,99	91,70	103,90	98,18	78,94	82,20	82,49	92,59	99,92	98,40	89,68
8	85,17	77,92	86,73	92,51	104,25	98,70	79,60	82,71	82,96	93,38	100,62	98,74	90,27
9	85,56	78,21	87,27	93,23	104,62	99,27	80,17	83,20	83,67	94,05	100,88	99,22	90,78
10	85,81	78,93	87,95	93,80	105,29	100,09	80,41	83,53	84,08	94,62	101,37	99,62	91,29
15	87,72	80,33	89,88	95,93	106,85	101,60	81,93	84,27	85,70	96,62	102,61	101,33	92,90
20	88,57	80,67	91,04	97,04	107,94	102,34	82,99	85,41	86,52	97,99	103,50	102,36	93,86
25	89,32	81,60	92,25	97,88	108,77	103,05	83,91	86,41	87,44	99,01	104,42	103,00	94,76
30	89,94	82,26	92,93	98,67	109,47	103,68	84,68	86,99	88,25	99,91	105,01	103,61	95,45
35	90,39	82,61	93,38	99,39	110,09	104,27	85,32	87,39	88,60	100,59	105,64	104,20	95,99
40	90,91	82,92	93,86	100,12	110,48	104,79	85,81	88,04	89,09	101,20	106,05	104,63	96,49
45	91,38	83,23	94,44	100,74	110,76	105,05	86,22	88,70	89,44	101,66	106,54	105,21	96,95
50	91,47	83,44	95,05	101,04	111,17	105,69	86,67	88,73	90,19	102,02	106,89	105,46	97,32
55	91,69	83,92	95,24	101,50	111,60	105,81	86,77	89,07	90,31	102,50	107,15	105,65	97,60
60	92,18	84,11	95,86	101,97	111,84	106,10	87,28	89,36	90,80	102,93	107,26	105,80	97,96
120	94,35	85,53	97,95	104,27	113,67	108,35	88,87	90,76	92,84	105,33	108,97	107,98	99,91
180	94,97	86,43	99,19	105,24	114,64	109,44	89,62	91,55	93,66	106,46	110,17	108,77	100,84
240	95,64	86,87	100,10	106,23	115,21	110,13	90,38	92,34	94,47	107,61	110,79	109,45	101,60
300	96,26	87,31	101,01	107,08	115,87	110,32	90,81	92,78	95,10	108,22	111,23	109,87	102,16

Tabulka 5.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z5-100% LI

Z5	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	62,01	75,86	81,92	68,82	81,55	78,15	56,16	74,64	81,86	69,72	84,44	90,33	75,45
2	67,06	80,52	86,83	73,47	86,28	84,76	61,06	78,67	87,55	76,34	88,53	94,75	80,48
3	69,54	82,52	89,21	76,04	88,40	87,14	63,02	80,51	89,87	78,69	90,29	97,65	82,74
4	70,89	83,79	90,47	77,50	89,48	88,66	64,69	81,90	91,38	80,21	91,60	98,70	84,11
5	71,89	84,87	91,64	78,54	90,61	89,75	65,73	82,76	92,46	81,21	92,54	99,74	85,14
6	72,56	85,43	92,37	79,30	91,65	90,58	66,41	83,43	93,34	82,07	93,05	100,40	85,88
7	72,98	86,34	92,97	79,83	92,32	91,28	67,31	83,97	94,28	83,01	93,82	101,08	86,60
8	73,80	86,69	93,51	80,41	92,79	91,99	68,02	84,79	94,61	83,42	94,30	101,77	87,18
9	74,27	87,20	94,05	81,04	93,25	92,45	68,36	85,18	95,07	83,86	94,64	101,99	87,61
10	74,70	87,46	94,54	81,56	93,71	93,02	68,82	85,65	95,50	84,30	94,91	102,54	88,06
15	76,70	89,21	96,34	83,62	95,80	94,85	70,70	87,30	97,10	86,09	97,06	104,82	89,97
20	77,98	90,42	97,80	84,83	96,90	96,16	72,09	88,25	98,29	87,19	98,13	105,78	91,15
25	78,41	91,26	98,77	85,83	98,14	97,15	72,93	88,99	99,09	88,11	99,21	106,96	92,07
30	79,16	91,84	99,33	86,58	98,73	97,83	73,85	89,66	99,79	88,68	99,87	107,30	92,72
35	79,80	92,42	99,93	87,29	99,79	98,41	74,53	90,42	100,50	89,19	100,26	107,56	93,34
40	80,35	92,81	100,42	87,77	100,30	98,97	75,20	90,99	100,85	90,04	100,95	107,93	93,88
45	80,91	93,41	100,84	88,23	100,74	99,46	75,63	91,44	101,30	90,56	101,35	108,35	94,35
50	81,45	93,74	101,24	88,61	101,01	99,67	75,99	91,71	101,55	90,98	101,78	108,79	94,71
55	81,71	94,14	101,52	89,07	101,53	99,99	76,33	92,09	101,98	91,27	102,08	109,18	95,07
60	82,13	94,27	101,76	89,25	101,82	100,81	76,70	92,29	102,21	91,64	102,54	109,46	95,41
120	84,33	96,64	104,32	91,84	104,20	102,87	79,03	94,33	104,65	93,89	104,67	111,84	97,72
180	85,64	97,60	105,66	93,14	105,56	104,08	80,42	95,52	106,00	95,08	105,78	112,62	98,92
240	86,35	98,11	106,60	94,08	106,50	104,78	81,35	96,25	106,62	95,67	106,53	113,78	99,72
300	87,07	98,88	107,10	94,68	106,96	105,45	81,78	97,03	107,04	96,52	106,71	113,86	100,26

Tabulka 6.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z6-100% LI

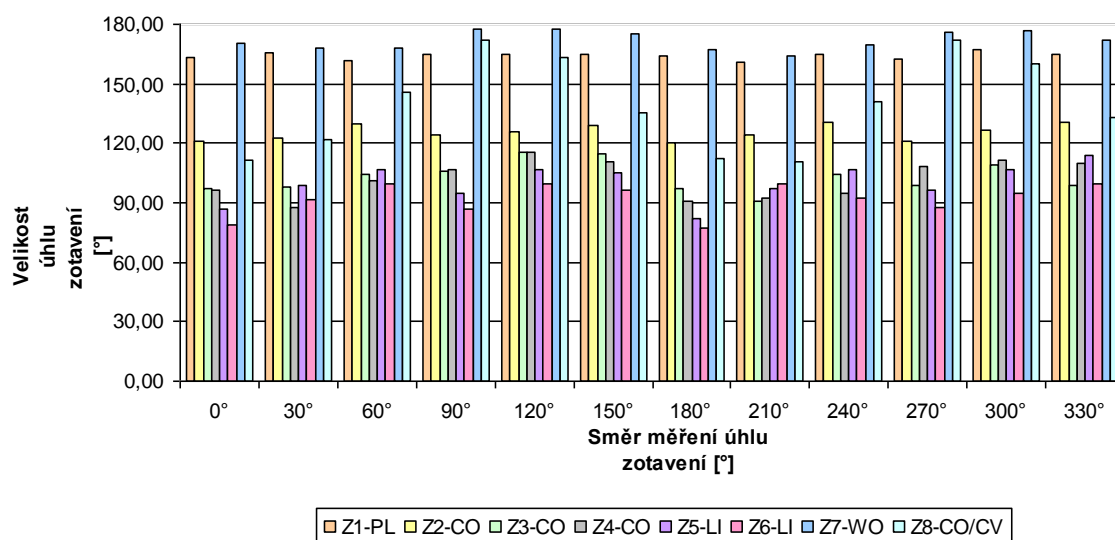
Z6	Øα [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	Ø [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	53,83	67,80	73,58	61,78	75,96	72,08	54,27	75,16	68,23	62,64	69,99	75,35	67,56
2	59,13	72,21	78,71	66,64	80,56	77,51	58,85	79,37	73,03	67,33	74,41	79,96	72,31
3	61,61	74,43	81,24	69,17	82,67	79,43	60,92	81,75	74,77	69,29	76,42	82,45	74,51
4	63,17	75,83	82,84	70,55	84,28	80,75	62,15	83,06	76,38	70,93	77,43	83,21	75,88
5	63,93	76,78	84,01	71,46	85,21	81,71	63,18	84,14	77,18	71,51	78,45	84,13	76,81
6	64,87	77,50	84,65	72,53	85,98	82,59	63,84	84,82	78,10	72,45	79,19	85,19	77,64
7	65,71	78,09	85,40	73,16	86,80	83,13	64,79	85,49	78,51	73,08	80,24	85,89	78,36
8	66,30	78,54	85,87	73,73	87,58	83,75	65,13	86,17	79,14	73,94	80,94	86,38	78,96
9	66,52	79,16	86,32	74,38	87,97	84,39	65,54	86,59	79,47	74,45	81,41	86,78	79,42
10	67,13	79,59	86,90	74,80	88,29	84,78	65,91	87,14	80,01	74,93	82,03	87,19	79,89
15	69,04	81,34	88,78	76,61	90,45	86,59	67,96	89,05	82,06	76,63	84,03	89,14	81,81
20	70,19	82,45	89,96	77,85	91,11	87,89	68,90	90,09	83,26	77,80	85,36	90,70	82,96
25	71,25	83,43	90,90	78,62	92,01	88,72	69,75	91,10	84,53	79,06	86,09	91,45	83,91
30	71,62	83,87	91,76	79,38	92,57	89,35	70,54	91,87	85,00	79,56	87,08	92,30	84,58
35	72,33	84,68	92,11	79,73	93,31	89,94	70,94	92,38	85,33	80,26	87,80	92,64	85,12
40	72,81	85,03	92,74	80,31	93,38	90,51	71,42	92,73	86,26	80,89	88,10	93,20	85,61
45	73,24	85,35	93,32	80,97	93,94	90,96	71,93	93,19	86,55	81,30	88,57	93,59	86,07
50	73,72	85,60	93,44	81,27	94,46	91,38	72,13	93,57	86,97	81,87	89,16	94,02	86,47
55	73,92	86,10	94,18	81,99	94,85	91,50	72,30	93,92	87,30	81,98	89,64	94,44	86,84
60	74,10	86,37	94,27	82,09	95,20	91,93	72,72	94,24	87,45	82,49	90,15	94,61	87,13
120	76,95	88,64	96,60	84,22	97,12	94,25	75,26	96,69	90,14	84,42	92,66	97,21	89,51
180	77,85	90,06	97,79	85,31	98,27	95,35	76,74	98,28	90,98	85,73	93,63	98,40	90,70
240	78,52	90,78	98,66	85,97	99,08	96,11	76,94	99,07	91,80	86,87	94,22	99,02	91,42
300	78,91	91,22	99,23	86,65	99,78	96,67	77,64	99,51	92,45	87,42	95,05	99,34	91,99

Tabulka 7.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z7-100% WO

Z7	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	147,68	150,81	148,09	150,97	157,23	154,68	146,45	145,69	150,05	151,14	157,49	151,63	150,99
2	154,40	154,12	151,93	156,03	161,70	159,26	151,34	149,53	154,15	156,67	162,31	156,34	155,65
3	156,70	155,98	154,14	158,92	163,77	161,27	153,88	151,44	156,17	159,30	164,26	158,39	157,85
4	157,95	157,27	155,26	160,36	165,10	162,34	155,10	152,82	157,37	160,82	165,62	159,67	159,14
5	158,80	158,10	155,97	161,55	165,84	163,41	156,04	153,87	158,27	162,05	166,51	160,81	160,10
6	159,68	158,66	156,64	162,51	166,47	163,94	156,62	154,55	159,01	162,97	166,96	161,48	160,79
7	160,34	159,45	157,16	163,33	167,21	164,58	156,84	155,06	159,62	163,67	167,76	161,97	161,42
8	160,80	160,01	157,68	164,03	167,59	164,98	157,44	155,65	160,09	164,19	168,14	162,64	161,94
9	161,40	160,45	158,18	164,75	168,18	165,47	158,04	156,14	160,49	164,71	168,73	163,01	162,46
10	161,82	160,77	158,53	165,12	168,56	165,69	158,35	156,83	161,00	164,99	169,11	163,39	162,85
15	163,29	161,91	160,43	167,13	169,86	167,68	160,17	157,67	162,35	167,25	170,79	164,93	164,45
20	164,35	162,45	161,40	168,63	170,74	168,42	160,74	158,49	163,35	168,13	171,21	165,84	165,31
25	164,93	163,25	162,22	169,93	171,11	168,96	161,23	159,20	164,00	168,70	171,97	166,44	166,00
30	165,25	163,73	162,52	170,80	171,68	169,53	161,83	159,64	164,70	169,48	172,29	167,03	166,54
35	165,87	164,11	162,90	171,63	172,44	169,95	162,47	160,08	165,05	170,03	172,74	167,54	167,07
40	166,47	164,64	163,45	172,08	173,00	170,38	162,80	160,46	165,48	170,67	173,17	167,80	167,53
45	166,68	165,00	163,72	172,30	173,33	170,80	163,16	160,75	166,04	170,99	173,32	168,18	167,85
50	166,87	165,34	164,30	172,63	174,02	170,94	163,29	161,03	166,28	171,25	173,79	168,46	168,18
55	167,19	165,35	164,47	172,93	173,99	171,39	163,56	161,25	166,67	171,60	174,13	169,06	168,46
60	167,43	165,53	164,71	172,99	174,85	171,59	163,81	161,30	167,01	171,95	174,38	169,44	168,75
120	168,79	166,73	166,51	175,21	176,04	173,28	165,44	162,72	168,63	174,11	175,85	170,87	170,35
180	169,22	167,27	167,12	176,47	176,88	174,03	166,32	163,44	169,33	174,86	175,95	171,74	171,05
240	169,91	167,59	167,61	177,10	177,31	174,49	166,88	164,15	169,64	175,38	176,57	172,05	171,56
300	170,08	168,16	167,98	177,39	177,82	175,14	167,13	164,24	169,94	176,05	176,59	172,37	171,91

Tabulka 8.: Velikosti úhlů zotavení vzorku Z8 10%CO-90%CV

Z8	α [°]												
t [s]	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	α [°]
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	85,54	95,28	109,97	119,88	133,77	108,81	83,18	86,45	108,61	119,17	126,18	110,21	107,25
2	91,51	101,47	117,27	130,94	139,74	115,74	90,94	93,01	115,30	129,70	132,97	115,09	114,47
3	93,57	104,78	120,73	136,07	142,45	118,16	93,48	94,87	118,28	134,75	136,38	117,42	117,58
4	95,53	106,14	123,05	139,28	144,25	119,59	95,26	96,33	120,35	137,91	138,40	118,87	119,58
5	96,52	107,03	124,46	141,83	145,53	120,76	96,47	97,62	121,30	140,64	139,94	119,83	121,00
6	97,53	107,77	125,63	143,74	146,60	121,71	97,29	98,18	122,56	142,58	141,25	120,58	122,12
7	98,09	108,77	126,70	145,02	147,36	122,25	97,72	98,85	123,39	144,32	142,30	121,37	123,01
8	98,79	109,43	127,33	146,21	148,15	122,83	98,41	99,64	124,16	145,64	143,01	121,91	123,79
9	99,33	110,01	128,06	147,34	148,68	123,40	98,78	100,04	124,56	146,82	143,75	122,20	124,41
10	99,74	110,76	128,74	148,35	149,69	123,87	99,31	100,51	125,35	147,72	144,86	122,62	125,13
15	101,61	112,69	131,78	152,37	151,77	125,74	101,53	102,36	127,82	151,47	147,64	124,17	127,58
20	102,88	113,26	133,46	154,90	153,27	126,93	102,55	103,27	128,94	154,34	149,17	125,04	129,00
25	103,70	114,23	134,88	156,94	154,34	127,80	103,77	104,18	130,31	156,39	150,38	125,87	130,23
30	104,55	114,77	135,79	158,74	154,97	128,37	104,68	104,42	131,51	158,10	151,18	126,59	131,14
35	105,16	115,67	136,83	160,00	155,90	128,87	105,33	104,95	132,33	159,38	152,13	126,86	131,95
40	105,48	116,23	137,59	161,08	156,58	129,53	105,64	105,48	132,87	160,48	152,45	127,71	132,59
45	106,08	116,50	138,37	161,66	156,94	129,94	106,27	105,48	133,27	161,26	152,90	127,79	133,04
50	106,37	117,20	138,89	162,65	157,54	130,41	106,39	105,79	133,85	162,06	153,29	128,12	133,55
55	106,78	117,87	139,46	163,16	158,34	130,60	107,12	106,07	134,23	162,67	153,79	128,43	134,04
60	107,01	117,95	139,58	163,84	159,14	130,77	107,59	106,41	134,73	163,09	154,29	128,59	134,42
120	109,68	120,16	142,10	168,56	161,28	132,84	109,81	109,01	137,84	167,70	157,26	130,81	137,26
180	110,59	120,23	143,80	170,43	162,25	133,92	111,13	109,85	139,16	169,68	158,50	131,80	138,44
240	111,39	121,32	145,07	171,64	163,08	134,64	112,12	110,42	139,91	170,78	159,71	132,76	139,40
300	111,88	121,85	145,49	172,32	163,66	135,11	112,54	110,39	140,76	171,81	159,96	133,30	139,92

Příloha č. 3.: Anizotropie úhlů mačkovosti Z1-Z8 ve 300 sekundě**Příloha č. 4.: Výpočet splývavosti plošných textilií**

$$S_p = \frac{A - A_p}{A_m} 100[\%]$$

kde:

A plocha měřeného kruhového vzorku [mm²]

A_p plocha průmětu [mm²]

A_m plocha mezikruží (rozdíl mezi plochou zkoušeného kruhu a kruhové podložky) [mm²]

Plocha zkoušeného kruhového vzorku o průměru 300 mm a plocha kruhové podložky o průměru 180mm byla vypočtena podle vztahu:

$$S = r^2 \pi [mm^2]$$

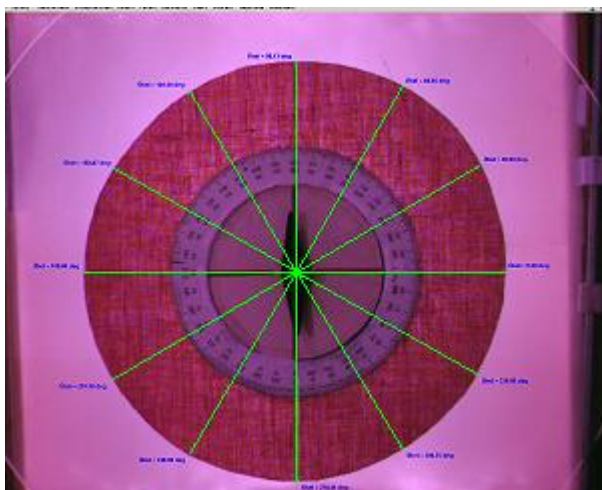
kde:

S plocha kruhu [mm²]

r poloměr kruhu [mm]

π Ludolfovo číslo (pí) [-]

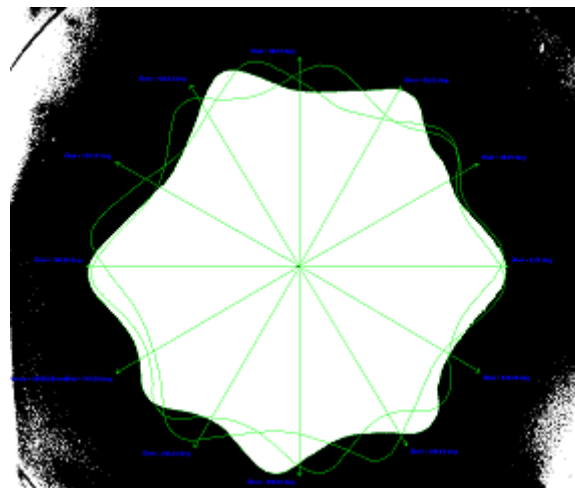
Příloha č. 5.: Obrázky splývavících vzorků a jejich průměty (plochy)



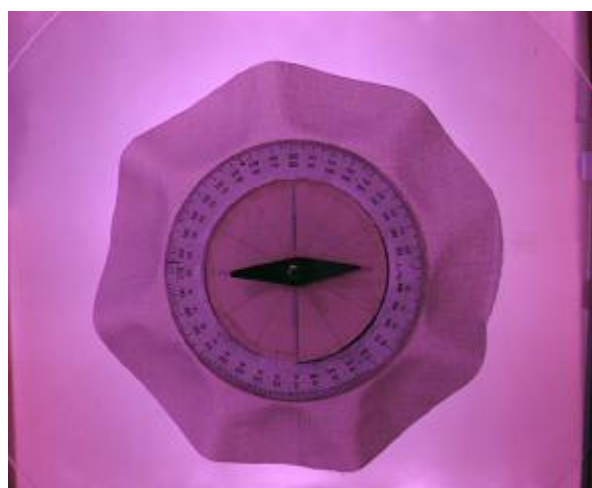
Obrázek 1: Základní poloha zkoušeného vzorku s naznačením směru úhlů



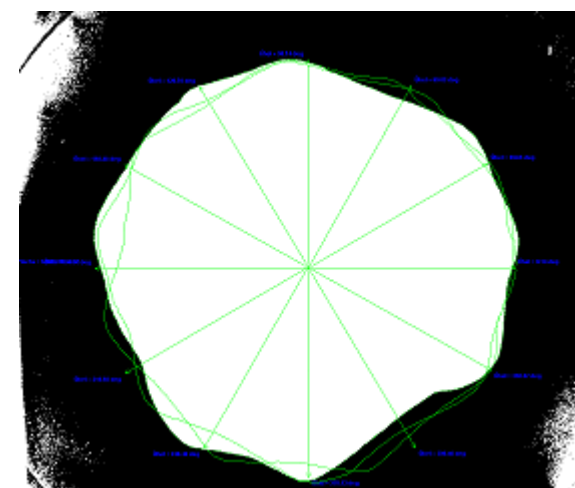
Obrázek 2: Splývavící vzorek Z1 ve směru osnovy



Obrázek 3: Plocha průmětu splývavícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z1



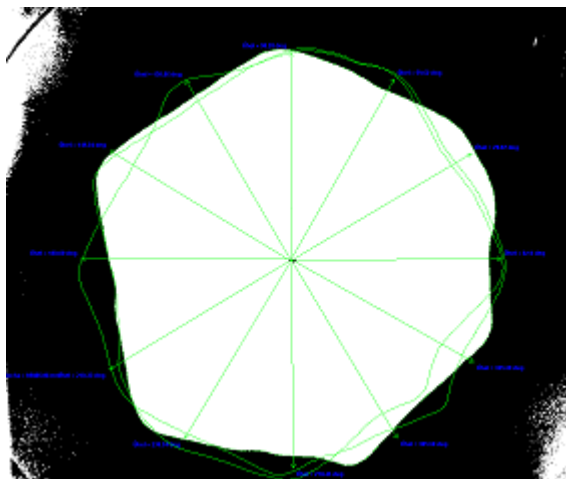
Obrázek 4: Splývavící vzorek Z2 ve směru osnovy



Obrázek 5: Plocha průmětu splývavícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z2



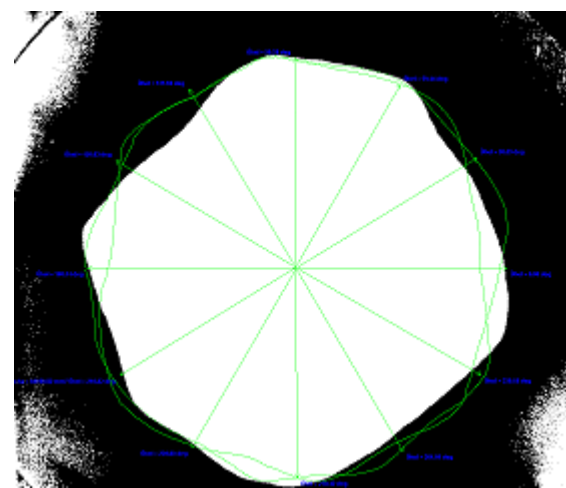
Obrázek 6: Splývající vzorek Z3 ve směru osnovy



Obrázek 7: Plocha průmětu splývajícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z3



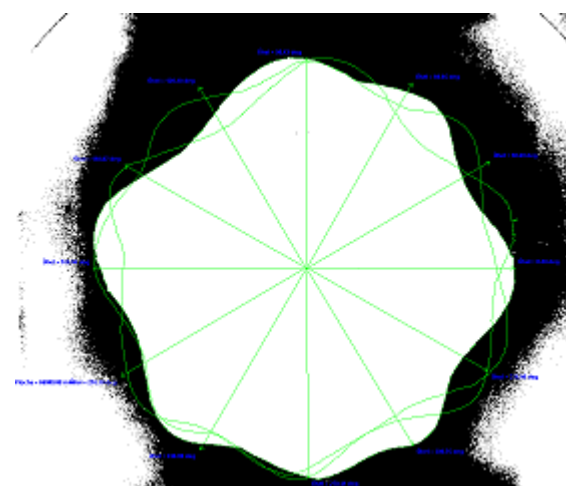
Obrázek 8: Splývající vzorek Z4 ve směru osnovy



Obrázek 9: Plocha průmětu splývajícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z4



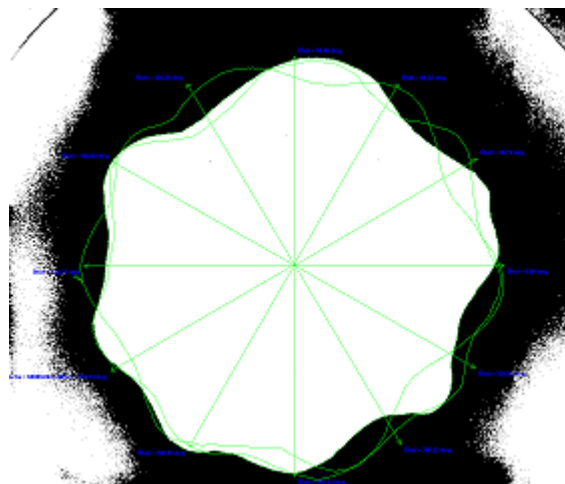
Obrázek 10: Splývající vzorek Z5 ve směru osnovy



Obrázek 11: Plocha průmětu splývajícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z5



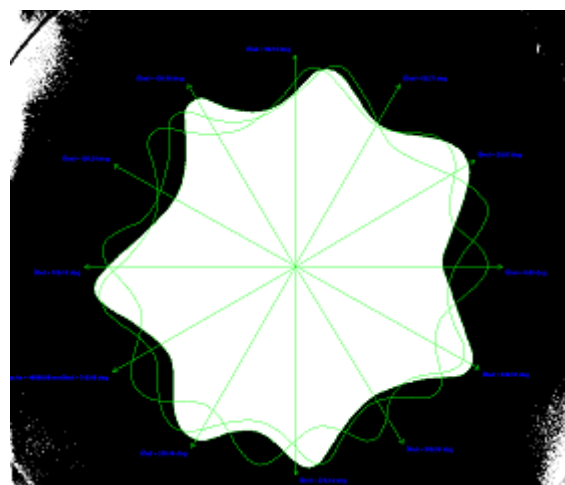
Obrázek 12: Splývající vzorek Z6 ve směru osnovy



Obrázek 13: Plocha průmětu splývajícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z6



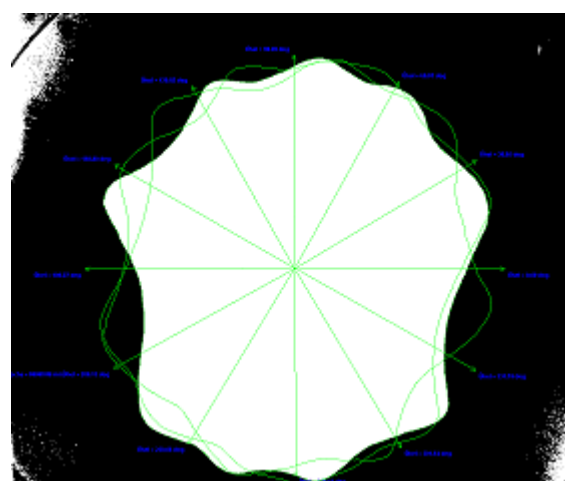
Obrázek 14: Splývající vzorek Z7 ve směru osnovy



Obrázek 15: Plocha průmětu splývajícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z7



Obrázek 16: Splývající vzorek Z8 ve směru osnovy



Obrázek 17: Plocha průmětu splývajícího vzorku s naznačením ploch vzorků Z8